UNA TEORÍA REALISTA DE LOS OBJETOS DIGITALES

*

RABEN FERNÁN[1]
UNIVERSIDAD DE SEVILLA
Facultad de Filosofía

A MI MADRE,
POR QUIEN EXISTO.

RESUMEN
El propósito de este trabajo es analizar los objetos digitales que pueblan nuestras pantallas y redes: vídeos de YouTube, perfiles de Facebook, imágenes de Flickr, archivos de Dropbox, correos electrónicos, podcasts, blogs, y demás. Estos objetos están codificados en binario (0/1) y, en su forma más elemental, son bits y bytes. Para desentrañar estas entidades intangibles, que son realidades insertas en el tejido de nuestra existencia cotidiana, se examinan los supuestos ontológicos y epistemológicos que las rodean. Desde esta perspectiva, se analizan diferentes marcos conceptuales y definiciones, así como los enfoques filosóficos más representativos. También se explora el papel central de los nuevos paradigmas computacionales, la infraestructura TIC y las tecnologías emergentes. Se introduce un modelo de realismo integrativo que encapsula las tesis recogidas a lo largo del documento. El texto concluye con unas breves reflexiones sobre los hallazgos.

Palabras-clave: digi-objetos, bits, internet, ontología, redes, datos, metadatos, realismo integrativo, inteligencia artificial, realidad virtual, materialidad digital, computación cuántica.

ABSTRACT
The purpose of this paper is to analyze the digital objects that populate our screens and networks: YouTube videos, Facebook profiles, Flickr images, Dropbox files, emails, podcasts, blogs, and so on. These objects are encoded in binary (0/1) and, in their most elementary form, are bits and bytes. In order to unravel these intangible entities, which are realities embedded in the fabric of our daily existence, the ontological and epistemological assumptions surrounding them are examined. From this perspective, different conceptual frameworks and definitions are analyzed, as well as the most representative philosophical approaches. The central role of new computational paradigms, ICT infrastructure, and emerging technologies is also explored. A model of integrative realism is introduced that encapsulates the theses collected throughout the paper. The text concludes with some brief reflections on the findings.

Keywords: digi-objects, bits, internet, ontology, networks, data, metadata, integrative realism, artificial intelligence, virtual reality, digital materiality, quantum computing.

[1] ✉ rabenfernan@gmail.com

© 2024 Raben Fernán. Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

INTRODUCCIÓN

Todo lo que habíamos olvidado se perdió efectivamente;
es un salvapantallas de computadora[2].

Escribir sobre tecnología siempre conlleva el riesgo de que la información presentada quede, en un corto periodo de tiempo, parcialmente obsoleta. En este ámbito, los avances ocurren a un ritmo acelerado, y al igual que un software, este texto ha requerido continuas revisiones y actualizaciones a lo largo de su elaboración intermitente y prolongada. El ensayo que sigue es el primer informe resultante de un proyecto concebido, originalmente, hace casi 4 años.

Este trabajo se centra en un nuevo tema de investigación: los objetos digitales. En el panorama tecnológico actual, estos objetos impregnan nuestras vidas y dominan nuestras interacciones diarias, sin embargo, los filósofos generalmente se han mantenido al margen de este debate, o bien no han logrado articular una narrativa satisfactoria al respecto. Si bien los objetos digitales han ocupado un lugar, a veces destacado, en numerosos trabajos de investigación en diversos campos, desde las ciencias computacionales o la innovación digital hasta la archivística o la cultura de los nuevos medios, es solo en las últimas dos décadas que han tomado relevancia a través de pensadores como Philip Brey (2003, 2008, 2014), David J. Chalmers (2003, 2017, 2019), y principalmente Yuk Hui, cuya obra fundacional *Sobre la existencia de los Objetos Digitales* (2016) fue el producto más influyente de este debate.

La primera duda que surge en torno a estos objetos no es menor: tiene que ver con cómo denominarlos, y aquí aparece la problemática en torno al uso del adjetivo *virtual*, que desde tiempo atrás se ha usado como lo opuesto a lo *real* y tiene un significado precomputacional bien establecido. Su uso ha sido especialmente extendido en la mecánica cuántica desde sus inicios. De modo que las partículas virtuales indican indeterminaciones cuya existencia está limitada por el principio de incertidumbre de Heisenberg (en contraposición a las partículas reales). Este principio hace posible la aparición de tales partículas en el vacío, que aparentemente violan el sacrosanto principio de conservación de la energía.

En 1927, en una de las conferencias de Solvay, Schrödinger subrayó la importancia decisiva de las virtualidades como un constituyente ontológico básico. Mientras que Einstein consideraba lo virtual como un componente de la realidad, Schrödinger (quien fue incluso más lejos) definió la realidad como una construcción

[2] Cita reelaborada extraída del cuento *Exhalation* de Ted Chiang (2019).

hecha de una combinación adecuada de material real y virtual (Bitbol, 1996):

> Esa es la realidad que nos rodea: algunas percepciones y sensaciones reales se complementan automáticamente con una serie de percepciones virtuales y aparecen conectadas en complejos independientes, que llamamos objetos existentes (Schrödinger, 1957: 149-150).

Si bien *digital* puede referirse a cualquier cosa relativa a los dedos; o más concretamente a los dígitos (números), su uso contemporáneo ha quedado prácticamente circunscrito a la electrónica digital y lo que es más importante, este término no desplaza a los objetos digitales del plano de lo *real*. Por lo tanto, en el contexto de nuestra investigación, emplearemos preferentemente el adjetivo *digital*, sin descartar el uso de otros términos en contextos específicos según sea necesario. Si bien la jerga computacional está llena de pleonasmos, hemos intentado respetar en la medida de lo posible la terminología original.

No es necesario llegar a un consenso sobre la nomenclatura; sin embargo, hemos optado por utilizar preferentemente el término «digi-objetos», propuesto por la profesora Elspeth McKay (2008: 93), para referirnos a los objetos digitales. Dado que el objetivo de nuestra investigación es amplio, nos enfocamos en los digi-objetos, que abarcan cualquier tipo de contenido existente en formato digital, incluidos los objetos virtuales.

Este enfoque pretende unificar estos elementos bajo un concepto común que les confiera un carácter homogéneo. Tal unificación no significa renunciar a sus propiedades individuales ni reducir estos objetos haciéndolos perder su expresión propia; más bien, busca consolidar todos sus significados concomitantes y equivalentes para evitar su relativización, proporcionando a los digi-objetos un marco coherente que evite confusiones.

Desde luego, este texto no pretende trazar en modo alguno, una historia completa y continuada de los digi-objetos, aunque aborda de manera sustancial las cuestiones clave que rodean su desarrollo. Las aportaciones teóricas llevadas a cabo buscan aclarar conceptos, corregir malentendidos e iluminar la extraordinaria complejidad del funcionamiento de estos artefactos digitales cuando se examinan de cerca. Al hacerlo, esperamos fomentar una comprensión más profunda de estos objetos y sus implicaciones en las realidades sociales, culturales y económicas, enriqueciendo en última instancia el diálogo en curso sobre el papel de la tecnología digital en las esferas filosóficas.

Este trabajo está estructurado en cinco secciones, cada una de las cuales sigue el mismo eje de análisis y discusión, brindando explicaciones fundamentadas y definiendo algunas otras líneas de investigación con el fin de facilitar al lector el

conocimiento y estudio de estas piezas.

En la §1 se exponen los principios básicos de la computación digital y sus paradigmas en evolución, centrándose en el papel de Internet y el auge de la World Wide Web. También se explora la conexión de la Web semántica con la inteligencia artificial (IA), que ha logrado avances significativos. No obstante, se enfatiza la falta de comprensión semántica de la IA y la imprevisibilidad de sus resultados.

En la §2 se examina la complejidad de los digi-objetos, las dificultades de establecer una definición uniforme y las cuestiones relacionadas con su curación y preservación digital. Se destaca la importancia de mantener su integridad ante los cambios tecnológicos. También se aborda el *Continuum* realidad-virtualidad propuesto por Milgram y Kishino (1994), el concepto de micromundos de Seymour Papert y algunos aportes reveladores de Agustín Araya (1997).

En la §3 se analizan diferentes enfoques filosóficos sobre los digi-objetos. Brey distingue entre objetos digitales y virtuales, mientras que Chalmers sugiere que nuestra realidad podría ser una simulación digital, lo que haría que tales objetos fueran considerados *reales*. Por su parte, Skowron y Stacewicz (2023) sitúan los digi-objetos en un espectro entre lo real y lo ficticio. Por último, Yuk Hui sostiene que estos objetos poseen una existencia propia, influenciada por sus contextos y protocolos.

En la §4 se presenta una evolución de las interfaces informáticas, desde las líneas de comando hasta las interfaces gráficas. Se introduce el *realismo integrativo*, un modelo dinámico alineado con una interpretación más pluralista y falibilista de la realidad que reconoce las limitaciones de cualquier sistema de conocimiento. Se enfatiza la dependencia de los digi-objetos de las infraestructuras físicas y se propone un marco teórico que permita una conceptualización más coherente y estandarizada en su estudio.

En la §5 se esbozan los hallazgos de nuestra investigación y se discuten algunas tecnologías emergentes, como la computación cuántica, la cadena de bloques y la inteligencia artificial (algunas tratadas precedentemente en el texto). Concluimos con unas breves observaciones finales sobre los digi-objetos y su futuro.

A lo anterior se debe agregar que un sistema que ignora los aportes de autores

anteriores (es decir, nulo en premisas) conduce a una interpretación significativamente deficiente del objeto de estudio. Por esta razón se ha intentado ofrecer, en términos a veces muy sucintos, las principales aportaciones relativas al tema abordado. Dado que pasamos rápidamente por campos muy vastos, evitando a veces entrar en detalles, puede parecer que en ocasiones hay cierta ambigüedad en el contenido: que la longitud del salto no induzca erróneamente a pensar que es incontrolado. El artículo cubre mucho terreno y, al hacerlo, entra en una serie de debates con la sabiduría prevaleciente, a veces sobre temas incidentales. Conviene subrayar que hemos omitido algunas figuras de menor importancia, con el fin de que las elegidas pudiesen disponer del espacio que se necesitaba para hacerlas vivir. Era también inevitable que, entre las abstracciones de las diversas disciplinas filosóficas, algunas nos alentaran a tratarlas con mayor precisión que otras. Dicho esto, hay apéndices (notas a pie de página) que cubren lo esencial de aquellos temas que son necesarios para comprender completamente este documento.

Pedimos disculpas de antemano por cualquier error o inexactitud injustificada que pudiera haberse cometido en la redacción de este trabajo. El objetivo de esta investigación no es ofrecer soluciones a estos debates, sino dilucidar y sopesar los supuestos filosóficos que los sustentan y proporcionar un conjunto de coordenadas útiles para seguir pensando en los digi-objetos. En última instancia, lo que parecía un itinerario confuso y quimérico ha resultado ser complejo y proteico —más conectado con nuestro mundo físico de lo que cabría esperar—.

1 | LA CIUDAD DE LOS BITS

La Red es un cosmos electrónico que conecta miles de millones de computadoras en todo el mundo —una red de redes interconectadas globalmente—. Al igual que el espacio exterior que continúa expandiéndose, Internet crece y se expande diariamente: un universo de datos en continuo crecimiento. La cantidad de objetos conectados a Internet ya supera al número de seres humanos sobre la Tierra. Cada persona accede a la Red desde su propio sistema, pero al mismo tiempo cada persona está interconectada con todas las demás, interactuando en el mundo *virtual* desde el mundo *real*.

El cambio de lo analógico a lo digital ha hecho realidad toda la ciber-retórica sobre la "desmaterialización" del mundo físico. Las ciudades son, estrictamente hablando, lugares construidos, pero generalmente imaginamos su ubicación geográfica de una manera más sólida, literalmente, que la del mundo digital, lo cual

implica un modo de existencia cuya concepción dinámica se opone a una materia estática en el sentido cartesiano-newtoniano.

La Red no se encuentra en una ubicación específica, por lo que no es posible describir dónde está. Se podría decir que «la Red niega la geometría», sugiriendo que en el ámbito digital, las nociones convencionales de espacio y ubicación física pierden relevancia. Esta es esencialmente la posición que avanzó William J. Mitchell a mediados de los años 90. Hoy resulta profética, pero no lo fue. Mitchell estaba en el MIT, tenía la primicia. Si bien es cierto que posee una topología definida de nodos computacionales, se trata de un mundo *post-geográfico* de naturaleza «profundamente antiespacial» (Mitchell, 1995: 8). Dada esta nueva lógica espacial, emerge lo que Mitchell denomina «ciudad de los bits».

Los bits, dice Nicholas Negroponte, «viajan a la velocidad de la luz», o casi, ya que técnicamente, esto no es cierto[3]. Tal como señala el informático, es el «elemento atómico más pequeño del ADN de la información» (1995: 14). La memoria de una computadora almacena los datos en patrones de bits, y la unidad central de procesamiento (CPU, por sus siglas en inglés) interpreta y manipula estos bits para ejecutar instrucciones y procesar información. Las funciones booleanas son la base de la «electrónica digital» en la que las computadoras interpretan la información en forma binaria y realizan cálculos asignando a cada patrón de bits (dos) valores discretos, comúnmente representados como 0 y 1 (Sipser, 2013: 14)[4].

Aunque es posible construir dispositivos informáticos alternativos que no se basen en el sistema binario, se utiliza en informática y electrónica porque es el método más simple disponible. La lógica booleana es la más fácil de *entender* para una computadora, en su sentido más elemental, todo está representado por señales eléctricas que operan en dos estados diferenciados que permiten acumular información inequívoca, se trata de si o no, sin ninguna ambigüedad con respecto a los datos que representa, razón por la cual Norbert Wiener llamó a las computadoras digitales «máquinas de todo o nada» (1950: 74).

Comúnmente se utilizan los códigos ASCII para representar caracteres alfanuméricos en computadoras y dispositivos de telecomunicaciones. No obstante, hay distintos «esquemas de codificación» (Fernandes, 2022: 18), tales como EBCDIC

---

[3] En las comunicaciones digitales, la información (en forma de bits) viaja a través de señales electromagnéticas, que pueden "aproximarse" a la velocidad de la luz.

[4] Las señales digitales son discretas (no permiten registrar valores decimales), es decir, sólo pueden tomar uno de dos valores: 0 o 1. Este sistema binario se alinea perfectamente con la naturaleza de las señales eléctricas, donde 0 representa la ausencia de voltaje (no hay señal), mientras que 1 representa la presencia de voltaje (hay señal). Un ejemplo clásico y sencillo: los interruptores. La luz sólo puede tomar dos valores o estados: encendida o apagada (como verdadero o falso, abierto o cerrado, sí o no, etc.).

(usado principalmente en los grandes sistemas informáticos de IBM), Unicode o ISO/CEI 8859 (una extensión de 8 bits de ASCII) entre otros. Por ejemplo, una representación del carácter A por un grupo de 8 bits como 01000001 es un ejemplo de codificación. Otro ejemplo mediante caracteres ASCII sería el siguiente:

01010100 01100001 01110010 01110100 01110101 01100110 01101111

Pero este «vocabulario binario» se ha expandido gradualmente para incluir «mucho más que números», digitalizando cada vez más tipos de información con datos cada vez más complejos que se representan en una computadora a través de múltiples bits: textos, audios, imágenes o vídeos por ejemplo, reduciéndolos de igual manera a valores de 0 y 1 (Negroponte, 1995: 14). Las computadoras y su software son las cosas más complejas jamás hechas por el ser humano, sin embargo, la computación se basa en los principios más simples jamás descubiertos.

1.1 | Nuevos paradigmas computacionales

En agosto de 1981, en respuesta a Apple II, IBM lanzó su modelo 5150, una microcomputadora (una computadora digital que utiliza un microprocesador como CPU), a la que denominó «PC», abreviatura de *Personal Computer* —Computadora Personal[5]—. Para 1986, muchas computadoras personales, entre ellas las IBM-PC, las Apple II y Macintosh, y los microordenadores de Tandy, ya podían conectarse a Internet (Petrosky, 1986), aunque el acceso público general a Internet todavía estaba en desarrollo y las capacidades variaban según las configuraciones de hardware específicas y la infraestructura de red disponible.

El acceso a Internet, que comenzó como ARPANET en 1969, era muy limitado incluso a principios de la década de 1990. La World Wide Web (a menudo denominada la Web), una aplicación basada en hipertexto (HTTP) concebida por Tim Berners-Lee en 1989 y lanzada al público en 1991, permitió vincular toda la información almacenada en las computadoras para poder acceder a ella globalmente y consultarla con un navegador a través de Internet, donde hoy existen redes

[5] Aunque IBM popularizó la denominación «PC» con su IBM-PC en 1981, ya se había utilizado con anterioridad. Si bien algunos teóricos consideran que el Kenbak-1 (1971) es una de las primeras computadoras personales, consideramos que la conceptualización se alinea más estrechamente con la Xerox Alto (1973), en particular porque introdujo la primera interfaz gráfica de usuario (GUI). Es importante señalar que el IBM-PC estableció un estándar para la arquitectura de las PC y condujo al desarrollo de una gran familia de clones compatibles, creando un amplio mercado para computadoras intercompatibles diseñadas para ejecutar el mismo sistema operativo.

troncales que admiten billones de bits por segundo que se utilizan para transportar datos (básicamente cualquier cosa que pueda digitalizarse).

La Web desempeña un papel crucial en la configuración de los espacios virtuales generados por redes informáticas interconectadas que abarcan todas las tecnologías y plataformas digitales, incluida Internet. Este mundo digital, conocido como «ciberespacio», término popularizado por William Gibson (1982, 1984: 5), ya fue reconocido por la Cumbre de Varsovia de la OTAN (2016), como un nuevo espacio de operaciones que debe defenderse eficazmente junto a los de tierra, mar, aire y espacio exterior.

La red informática global vertebra la World Wide Web, facilita el intercambio de información y la comunicación en todo el panorama digital. Proporciona la infraestructura para almacenar documentos, archivos y recursos que están interconectados lógicamente a través de hipervínculos. La gran cantidad de URL disponibles hoy refleja la capacidad de Internet para alojar y vincular contenido digital casi *ad infinitum*.

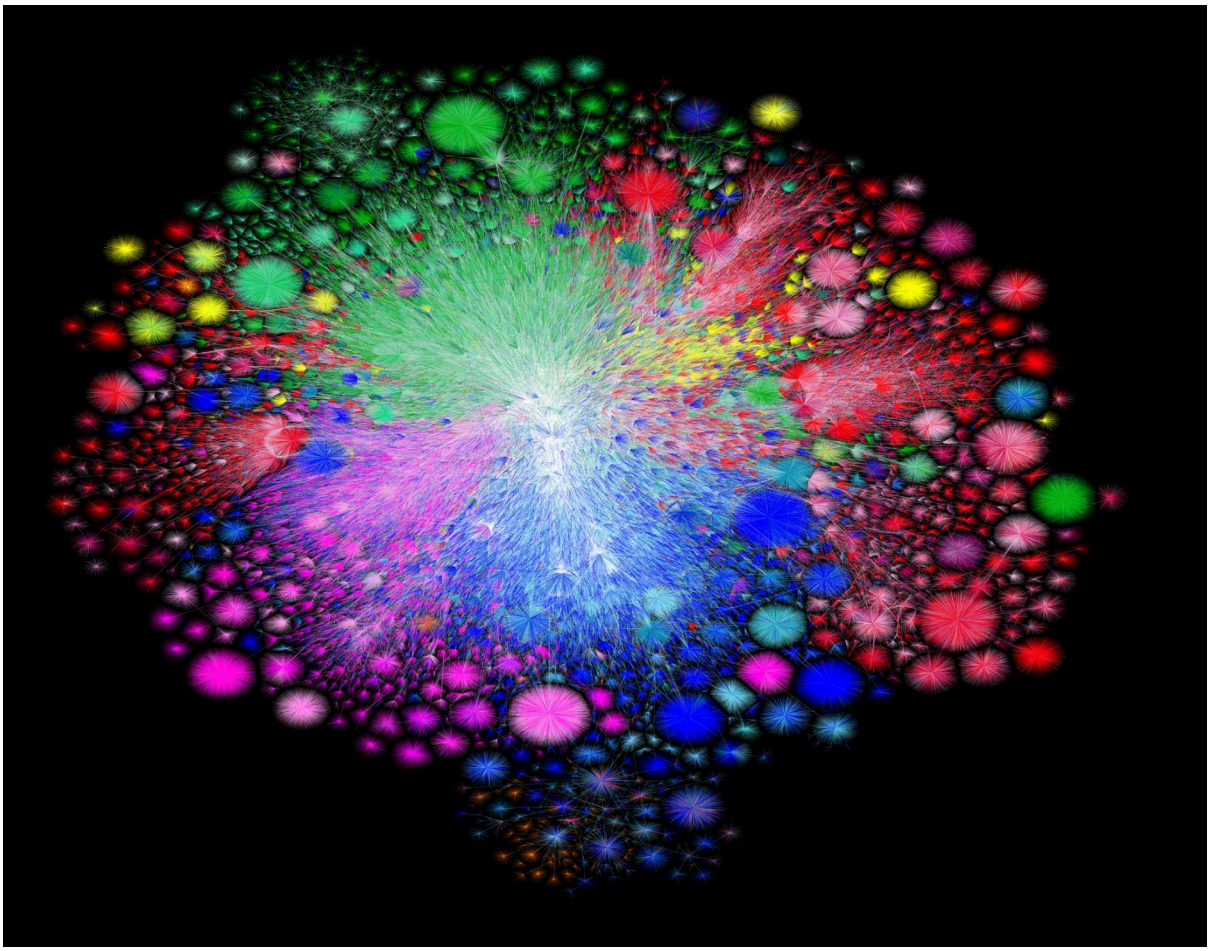

Fig. 1 — En 2003, Barrett Lyon creó un influyente mapa de la estructura de Internet. En 2021, Lyon ofreció esta versión actualizada, que muestra la rápida expansión y crecimiento de las redes interconectadas.
© The Opte Project / Barrett Lyon (www.opte.org/).

Bits de todo el mundo circulan por las superautopistas electrónicas como anticipó Nam June Paik (1974). Este flujo de datos a través de sistemas informáticos permea la vida cotidiana de las personas, se integran en su existencia, tanto en las experiencias espacio-temporales como en las experiencias sociales, y suponen un impacto que sería ingenuo ignorar (Capurro, 2008), lo que plantea una serie de preguntas ontológicas sobre los fenómenos computarizados para determinar la dimensión de sus transformaciones.

Un principio básico detrás del Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) es la conexión y la interacción remota entre objetos (inteligentes), llamados "cosas" (Andriopoulou *et al.*, 2016) —facilitando la comunicación entre los dispositivos y la nube—. Si bien algunos objetos son puramente digitales, el IoT significa que incluso los objetos cotidianos (como un microondas o un termostato) poseen capacidades informáticas integradas (Yoo *et al.*, 2010). El IoT implica una integración más directa con el mundo al conectar dispositivos de forma virtual e inalámbrica a través de las redes informáticas interconectadas, sin que tales dispositivos tengan que estar físicamente presentes. Por lo tanto, en Internet la distancia es cada vez menos importante y representa un vasto territorio que excede cada vez más lo imaginable, abierto a la exploración, posibilitando además la interacción intersubjetiva con la otredad de una manera sin precedentes. Sin embargo, las ontologías aún se encuentran en una etapa temprana, lo que implica una falta de interoperabilidad semántica entre las aplicaciones y los servicios del IoT.

En este contexto, la idea de ontologías capaces de interpretar semánticamente el lenguaje natural, que es el Santo Grial de la lingüística computacional (Cimiano *et al.*, 2014), sigue siendo esquiva. SHRDLU (Winograd, 1972), supuso un intento temprano, pero su semántica *ad hoc* fue incapaz de comprender nada. Hoy en día, comúnmente se asocia con Tim Berners-Lee y su concepto de Web Semántica (Berners-Lee *et al.*, 2001), una especificación formal y explícita que supone la estandarización de formatos de datos y protocolos de intercambio. El propósito general de esta extensión gira en torno a hacer que la Web sea legible por máquinas y, a su vez, estas puedan entender y *razonar* los datos; en línea con la mente extendida de Andy Clark y David Chalmers (1998).

Durante un tiempo, esta visión atrajo a muchas personas que pensaron que la Web Semántica era, inevitablemente, el siguiente paso en la evolución de Internet. Esto llevó a que después de que «nuevas tecnologías como AJAX» propiciaran el surgimiento de lo que Silicon Valley denominó Web 2.0, la Web Semántica comenzase a llamarse (más optimistamente) Web 3.0 (Target, 2018: intr., párr. 4). En

todo caso, no podemos ignorar que las ontologías formales de la Web Semántica han supuesto que las descripciones de los datos sean cada vez más sofisticadas (Lovink y Hui, 2016), pero describir y formalizar la semántica de los digi-objetos aún supone un problema desafiante en el entorno multimedia. Hoy, muchos grupos intentan revivir la idea original de Berners-Lee quien no solo pretendía que los "agentes inteligentes" (software) enlazaran información y documentos, sino que, como se señala, también entendieran el significado. Actualmente, esa promesa todavía está sin realizar, y las constantes vitales de la Web Semántica (sin devaluar sus éxitos silenciosos) mantienen una línea horizontal continua.

Una característica clave de la Web Semántica es el uso implícito de IA y tecnologías de aprendizaje automático. Resulta que en la práctica, la Web Semántica es más difícil de alcanzar que los objetivos de la IA, y es de esta última de donde se están obteniendo los resultados.

Recientemente, hemos visto un salto significativo en las capacidades de la IA a través de chatbots avanzados como ChatGPT y modelos generadores de imágenes digitales como DALL-E. A medida que avanza la computación neuromórfica, esta promete mejorar las capacidades de la IA al ofrecer mecanismos de procesamiento y aprendizaje más eficientes que imitan de cerca la arquitectura del cerebro. Sin embargo, nos mostramos escépticos, sobre la complejidad que conlleva replicar las intrincadas estructuras y funciones del cerebro en hardware.

Deteniéndonos brevemente, cabe aclarar que los modelos de lenguaje como ChatGPT (y sus sucesivas versiones) funcionan a nivel sintáctico y estadístico. No comprenden el contenido a nivel semántico (para ChatGPT, al parecer, todo es sintaxis). Esto se alinea con el ya clásico argumento de Searle (1980) sobre la *habitación china*, que sugiere que un sistema puede manipular símbolos sin comprender su significado. Las operaciones que hacen estos sistemas de inteligencia artificial (incluso los más avanzados) está lejos de la cognición humana, son principalmente conexiones estadísticas y algorítmicas[6]. Es importante recordar que la correlación no implica causalidad y enfatizar que estos sistemas no capturan las relaciones causales subyacentes. Por ejemplo, la capacidad de DALL-E y sistemas de aprendizaje automático similares (que utilizan NLP y LLM) para generar imágenes

[6] La IA simbólica que utilizaba programación lógica, redes semánticas, marcos de referencia (*frames*) y sistemas de producción ha dado paso a la IA conexionista (o subsimbólica) basada en redes neuronales bayesianas, algoritmos genéticos y otras técnicas que tienen más que ver con la probabilidad y la estadística (también existe la IA neuro-simbólica, una hibridación emergente que busca integrar sistemas simbólicos y arquitecturas neuronales). Nebulosas tales como la asunción de una IA General o el argumento que expone Bostrom (2014) de una *superinteligencia* (ambas suposiciones meramente hipotéticas) no son tomadas en cuenta aquí. El texto se circunscribe sólo a la IA de la que actualmente disponemos.

digitales a partir de parámetros o descripciones textuales puede inducir a la creencia de que poseen comprensión semántica o incluso "creatividad" (Titus, 2023). Pero esto se debe a la combinación de patrones estadísticos aprendidos de los conjuntos de macrodatos en los que se basan, y no a una supuesta comprensión estética o intención artística, características que son inherentemente humanas (incluso si una IA puede imprimir tridimensionalmente un *pseudo-Rembrandt* a partir de algoritmos de aprendizaje profundo, lo que producirá no serán pinceladas sino píxeles).

Las computadoras, a pesar de sus complejas capacidades para procesar información, están hechas de plástico, metal y silicio, con electricidad bombeando a través de ellas y la mera hipótesis de que algo que *razona* en binario pueda poseer conciencia o la capacidad de *pensar* como los seres humanos es harto ilógica. De igual modo, no es nuestro trabajo explicar cómo esto será posible en algún sentido.

Los cerebros humanos son capaces de tener conciencia, autoconciencia y experiencias subjetivas (lo que algunos filósofos llaman *qualia*). El proceso de *pensamiento* de la IA es puramente computacional (basado en conjuntos de algoritmos, estructuras de datos y operaciones lógicas). No tiene ni tendrá conciencia ni autoconciencia ni ningún tipo de experiencia subjetiva. La conciencia no puede entenderse ni replicarse mediante la computación algorítmica actual, y dudamos que eso sea posible en algún momento. Ni siquiera tenemos una definición operativa aceptable de la conciencia y cabe la posibilidad de que nunca sea completamente inteligible[7]. Una «IA fuerte», en el sentido descrito por Searle (1980: 417), es inviable.

Ahora bien, es importante señalar que, a pesar de sus limitaciones, las capacidades de los sistemas de IA están avanzando de manera progresiva y continua, incluyendo mejoras sustanciales en varios dominios, incluido el procesamiento de lenguaje natural (NLP, por sus siglas en inglés) y la generación de imágenes. Sin duda, son máquinas increíblemente poderosas, capaces de procesar grandes cantidades de datos a velocidades ultrarrápidas (y por tanto, minusvalorar las capacidades de los sistemas de IA sería ingenuo). Ahora que la ley de Moore parece haberse vaciado, no estaría de más recordar a Murphy y su ley epónima. Conviene tener presente que todas las consecuencias negativas del desarrollo de estas tecnologías son perfectamente factibles. El hecho de que las computadoras sólo ejecutan instrucciones para las cuales están programadas resulta una verdad trivial. Pues la idea de que todos sus resultados pueden predecirse de antemano y en detalle es evidentemente falsa. Estas tecnologías de IA son sistemas digitales complejos con

[7] Adoptamos un enfoque cauteloso hacia la conciencia, que se puede resumir en tres puntos: (i) una visión fisicalista que postula que la conciencia surge de procesos físicos en el cerebro; (ii) la posibilidad de que la conciencia no pueda ser explicada en su totalidad; y (iii) el rechazo tanto del panpsiquismo como del dualismo.

capacidades de autoaprendizaje, lo que les permite mejorar su rendimiento con el tiempo en función de los datos introducidos (Kotlarsky y Oshri, 2023). Sin embargo, en su estado actual, no tienen capacidades de autoprogramación en el sentido completo de la palabra.

2 | ¿QUÉ SON LOS DIGI-OBJETOS?

No es, desde luego, una tarea fácil contornear los principios que rigen nuestra interacción diaria con los digi-objetos porque no existe una definición uniforme de este campo de conocimiento en auge. Para seguir este camino —y antes de proceder a un análisis más filosófico— se deben desarrollar detalles técnicos sobre el surgimiento de estos objetos. Es lógico comenzar por la gestión de la información digital, donde enfoques estrechamente relacionados, como la curación, archivística y preservación digital, han examinado cómo garantizar que los digi-objetos sigan siendo accesibles y útiles a lo largo del tiempo. De manera similar, dichos objetos han sido analizados en diversas dimensiones (creación, almacenamiento, gestión, transmisión o preservación) en el campo de las ciencias de la computación y la informática. Por lo tanto, es útil repasar brevemente el material que acabamos de señalar. Para ello hay que esbozar, siquiera sea sucintamente, un panorama para tales objetos —inevitablemente incompleto—.

2.1 | Primeras definiciones y teorizaciones

Se han propuesto diversas definiciones de los digi-objetos, pero en un sentido técnico, se cita ampliamente la definición de Robert Kahn y Robert Wilensky en su artículo seminal (1995), donde se describen como «una estructura de datos cuyos componentes principales son material digital, o datos, más un identificador único (UID) para este material» (§2.1). Esta definición sentó las bases para el desarrollo de las bibliotecas digitales y la gestión de datos, ya que proporcionó un marco para estructurar y organizar los recursos digitales. En el contexto del modelo OAIS, un digi-objeto se define como «un objeto que consiste en un conjunto de secuencias de bits» (2012: 11). Esta última, supone la definición estándar, especialmente en lo que respecta a la preservación y gestión de contenidos digitales.

Además de las definiciones mencionadas, es habitual señalar una particularidad: dado que estos objetos están experimentando un crecimiento exponencial, la

diferenciación entre objetos nativos digitales y no nativos digitales se vuelve cada vez más importante (Jaillant, 2022). De alguna manera, esta distinción refleja diferencias significativas. Algunos de estos objetos iniciaron su existencia en el ámbito digital, es decir, nacieron digitalmente, por ejemplo, un software, y otros son una reescritura de una obra física en formato digital, es decir, fueron digitalizados, por ejemplo, «unos libros quebradizos» que han sido escaneados (Zorich, 1999: 26).

Es relevante señalar, entre las diversas teorías, el modelo de curación de datos del DCC (*Digital Curation Centre*), que se centra en la gestión del ciclo de vida de los digi-objetos (enfoque cuyo propósito es mantenerlos y preservarlos) y distingue entre objetos digitales simples y complejos, de la siguiente manera:

> Objetos digitales simples (elementos digitales discretos como archivos de texto, archivos de imagen o archivos de sonido, junto con sus identificadores y metadatos relacionados) [y] objetos digitales complejos (objetos digitales discretos creados mediante la combinación de otros objetos digitales, como sitios web) (Higgins, 2008: 137).

Para situar la cuestión, es útil retrotraerse hasta finales del siglo XX, cuando los investigadores, en su mayoría provenientes de las ciencias de la computación, insistieron en definir los digi-objetos no como tales, sino en contraste con los objetos *reales*. En ese período, con el foco puesto en la creación de experiencias inmersivas a través de entornos virtuales, el principal reto del desarrollo de software era la programación de gráficos por computadora, esencial para la creación de sistemas de realidad virtual (RV). Es fácil tener la impresión de que el *Big Bang* de la RV, oxímoron que popularizó Jaron Lanier, se produjo en la década de 1980. Sin embargo, aunque los cimientos de esta tecnología se comenzaron a investigar y desarrollar mucho antes, desde la Conferencia de Dartmouth en 1956, el pionero en este campo fue Ivan Sutherland, quien introdujo el concepto de la «pantalla definitiva» [*ultimate display*] en 1965, describiéndola como «una ventana a través de la cual se ve un mundo virtual». El desafío era hacer que «ese mundo parezca real, actúe real, suene real, se sienta real» (1965: 507). El primer prototipo de Sutherland, denominado la Espada de Damocles en referencia al mito griego (1968), marcó un hito significativo en el desarrollo de la realidad virtual. Este trabajo precursor sentó las bases para las pantallas montadas en la cabeza (HMD, por sus siglas en inglés), incluidos los modernos cascos de RV, que desde entonces han evolucionado a partir de los conceptos innovadores de Sutherland.

Durante las dos décadas siguientes —años 70 y 80—, los investigadores necesitaron articular la naturaleza de los digi-objetos en contraposición a los objetos físicos y tangibles, siguiendo la máxima de Sutherland. Los programadores gráficos

tenían por objetivo lograr la formación de una imagen en una pantalla de una manera que fuera visualmente fiel a la realidad, tal y como sería la reproducida por una cámara, y eventualmente incluso mejor. Pero los medios para lograr este objetivo eran todavía muy primitivos.

La comunidad tecnológica continúa esforzándose por crear simulaciones cada vez más indistinguibles de los entornos reales, y ha habido importantes avances que han contribuido a este empeño como mejoras en los gráficos, la retroalimentación háptica o la integración de la IA. Han perseguido incansablemente el principio de Sutherland, por lo que *virtual* ha llegado a significar *quasi* real; ya que, desde su concepción, la RV debía ser un entorno de escenas y objetos del modo más *real* posible. Su máxima aspiración era, por tanto, crear entornos que imitaran fielmente la vida real (el mundo físico). Así, *virtualmente real* sugiere que algo tiene características o propiedades que lo hacen parecer real, aunque no lo sea por completo.

Es importante aclarar de manera fehaciente que, en la coyuntura tecnológica actual, el término *virtual* puede significar *quasi* real, es decir, algo que simula o imita una experiencia o realidad, como en los entornos de RV, pero por otro lado, también se entiende como no real, es decir, algo que no existe en un sentido físico o tangible. Lógicamente, cuando algo se describe como *quasi* real, implica una falta de existencia plena; ocupa un espacio ambiguo entre ser completamente real y no ser real en absoluto. En este contexto, este término se refiere al grado de precisión y verosimilitud con el que una simulación se asemeja a objetos o escenas del mundo real (físico). Este es el sentido que subrayan Milgram y Kishino (1994).

Durante la década de 1980, el concepto de realidad virtual despertó una chispa de curiosidad y fue explorado por numerosos investigadores (Krueger, 1983; Fisher, 1986; Brooks, 1986; Wang, 1990; Green, 1990). A pesar de que esas investigaciones eran limitadas, proporcionaron recursos útiles para estimular su discusión. A partir de los años 90, el interés por las realidades virtuales creció y atrajo cada vez más atención. Para entonces, las investigaciones teóricas ya tenían unos cimientos sobre los que construir y, en consecuencia, permitieron la aparición de estudios más prolijos (Rheingold, 1991; Heim, 1993; Zhai, 1998).

Según recuerdan Machover y Tice (1994), durante una reunión sobre RV celebrada en 1992, la actitud general era que, si bien las imágenes no eran buenas, realmente no eran necesarias para alcanzar los objetivos propuestos y agregaron que no era imprescindible que fueran «terriblemente realistas». Estos observadores también notaron que en los primeros días de la computación, cuando todo era monocromático y estático, la justificación inicial a menudo era que no se necesitaba

ni color ni dinamismo. Sin embargo, el tiempo demostró que, una vez que la tecnología se hizo asequible, el color y el dinamismo eran preferibles. «Creemos que la comunidad de la RV», escriben Machover y Tice, «llegará a la misma conclusión a medida que avance la tecnología» (1994: 15).

Como bien señalan, Bolter y Grusin (1999), lo que los programadores gráficos pretendían alcanzar era una interfaz "sin interfaz", en la que no hubiera «herramientas electrónicas reconocibles, ni botones, ventanas, barras de desplazamiento o incluso iconos como tales», en la que el usuario se moviera por «el espacio interactuando con los objetos naturalmente, como lo hace en el mundo físico» (Bolter y Grusin, 1999: 23).

A mediados de la década de 1990, los digi-objetos comenzaron a ganar importancia en diversos contextos debido al avance tecnológico y el creciente auge de Internet. Durante este período, surgió una inmensa curiosidad por explorar sus características y propiedades, como si fueran estrellas en una galaxia recién descubierta, lo que generó un cúmulo de investigaciones que evolucionarían al ritmo del progreso en las décadas siguientes.

El ampliamente citado y comentado artículo de Milgram y Kishino (1994), ha sido enormemente relevante en este contexto, ya que establece una clasificación de las distintas formas de interacción entre la realidad física y la realidad virtual. Los autores proponen un marco conceptual denominado *Continuum* realidad-virtualidad para describir una escala continua que oscila entre un entorno real (realidad totalmente física) en el extremo izquierdo, y un mundo virtual puro (totalmente digital) en el extremo derecho. Entre ambos extremos opuestos, existe una Realidad Mixta (RM) donde los objetos físicos y digitales coexisten, fusionando lo real y lo virtual. Este espectro en el ámbito central abarca desde la Realidad Aumentada (RA), donde los digi-objetos se superponen al mundo físico, hasta la Virtualidad Aumentada (VA), en la que los objetos físicos se superponen al mundo virtual.

Continuum realidad-virtualidad (RV)

El artículo de Milgram y Kishino (1994) también proporciona una comprensión básica de los digi-objetos, centrándose especialmente en los entornos virtuales

inmersivos más que en una interacción más pasiva como es la navegación por Internet. Se muestra de nuevo la distinción "obvia" y repetitiva entre lo *real* y lo *virtual* que abarca varios aspectos diferentes, dependiendo de si se trata de objetos reales o virtuales, imágenes reales o virtuales, o de una visualización directa o indirecta de estos. No obstante, los autores advierten que en los entornos de realidad mixta, estas distinciones pueden no captar por completo las complejidades implicadas. A continuación se presentan las definiciones operativas que adoptan para distinguir estas categorías:

(i) Objetos reales o virtuales. Para Milgram y Kishino los objetos reales son cualquier objeto «que tenga una existencia objetiva real», en contraste, los objetos virtuales (por ejemplo, simulaciones gráficas de computadora) son aquellos objetos «que existen en esencia o efecto, pero no de manera formal o real». Como señalan, los objetos reales pueden observarse "directamente", en cambio, para poder ver un objeto virtual, se lo debe *simular*, ya que «en esencia no existe» (1994: 1324).

(ii) Visualización directa o indirecta. Esta distinción aborda la cuestión de la calidad de la imagen. Se trata del grado de precisión y veracidad con el que se asemeja a objetos o escenas del mundo real. Los autores mencionan que se ha invertido grandes cantidades de dinero y esfuerzo en el desarrollo de tecnologías destinadas a producir imágenes que parezcan *reales*, tomando como estándar la visualización directa de objetos reales. La visualización indirecta de un objeto real implica sistemas de imágenes o tecnologías externas, como cámaras de vídeo que capturan imágenes en tiempo real o escáneres láser que producen representaciones en 3D, y luego estos datos deben procesarse a través de algún medio de visualización, como un vídeo (analógico) o un monitor de computadora (digital). A diferencia de los objetos reales, los objetos virtuales carecen de presencia física y no se pueden observar directamente. Es importante subrayar que, si bien se han logrado avances significativos en la creación de imágenes que parezcan reales, es importante distinguir el *realismo* de la imagen de la realidad *real* del objeto representado.

(iii) Imágenes reales o virtuales. Milgram y Kishino se dirigen al campo de la óptica y definen operativamente una imagen real como «aquella que posee propiedades luminosas» en el lugar en el que parece estar ubicada. Una imagen real debe reflejar luz perceptible para el ojo humano en ese punto del espacio. Hay que recalcar un punto importante: las imágenes observadas en una pantalla (como las de un televisor, computadora o teléfono) también pueden considerarse reales. Aunque

el objeto no se vea directamente, la luz que emite la pantalla genera una imagen en un lugar específico que puede ser observada objetivamente. Por el contrario, una imagen virtual se define como aquella que no refleja luz en el lugar en el que aparece. Es decir, no hay luz física que provenga del punto donde la imagen parece estar. Esta definición incluye ejemplos como los hologramas y las imágenes especulares (1994: 1325).

El *Continuum* de Milgram y Kishino (1994), sugiere que los avances tecnológicos eventualmente seguirán desdibujando las fronteras entre realidad y virtualidad. En un futuro (aceptando su optimista hipótesis), los usuarios podrían enfrentarse a desafíos perceptivos: dificultades para discernir si «el mundo primario que se experimenta» es predominantemente *real* o *virtual* (1994: 1322). Pero hasta que llegue ese momento, los digi-objetos seguirán siendo lo que típicamente han sido en la taxonomía digital: objetos que se presentan en general como inexistentes o irreales en comparación con los objetos reales y tangibles.

Nótese que en el momento del estudio (1994) la dicotomía entre lo *real* y lo *virtual* era un tema de discusión recurrente (y aún lo es). Esta dualidad entre lo digital y lo físico ha vertebrado el análisis y la comprensión de los contenidos digitales, lo que ha llevado a una paradoja: en el espacio digital, cuanto más real "parezca" algo más real es percibido. La realidad de un digi-objeto está por tanto condicionada a su capacidad de imitar o replicar las características del mundo físico. Esto hace que lo virtual se defina principalmente en términos de su apariencia, en lugar de su funcionalidad, objetividad o su capacidad para influir en el mundo real. Así, un digi-objeto puede no ser percibido como *real* si no se asemeja a su contraparte física (suponiendo que haya una y no sea una existencia digital pura).

La paradoja de la apariencia digital (PAD) postula que la realidad percibida de lo digital ha dependido de su apariencia. Esta perspectiva sugiere que hemos valorado más la similitud visual que la funcionalidad o el impacto en el mundo real, lo que puede llevar a una comprensión limitada de la existencia digital. Esta condición resalta la necesidad de un análisis crítico sobre cómo interactuamos con los digi-objetos. Por ejemplo, un árbol que se muestra en la pantalla de una computadora (como un modelo tridimensional) puede parecer igual que un árbol en la calle, pero ambos árboles existen en diferentes reinos de la realidad y sólo son ostensiblemente similares. El primero no se puede ver "directamente", ergo, ese árbol no está en el espacio físico, está *plantado* en la pantalla y la imagen de un árbol en la pantalla tiene, manifiestamente, mucha menos relación con el árbol mismo que una de sus ramas (esta es una observación wittgensteiniana). Este caso destaca la

tendencia a priorizar las similitudes visuales y cómo estas pueden eclipsar las diferencias esenciales de los objetos, lo que puede generar confusión sobre la naturaleza de la realidad digital y su relación con el mundo material.

Conviene añadir que la oposición entre realidad y virtualidad no es siempre absoluta; y muchas teorías contemporáneas consideran que esta última puede ser una extensión o una representación del mundo real. El hardware y el software que hacen posible la RV simplemente no siempre se ajustan a estas divisiones teóricas tradicionales que se han utilizado para diferenciar lo *real* de lo *virtual*. Los mundos virtuales tienen lugar en el mundo real. Para una perspectiva actualizada, conviene remitirse a un artículo reciente con una versión revisada del *Continuum* (Skarbez *et al.*, 2021), donde se incorporan aspectos psicológicos y contextuales, y se propone la idea de que el contenido virtual siempre se sitúa en última instancia en el mundo real.

En líneas generales, y a pesar de algunas contradicciones metodológicas, consideramos este artículo pionero en el campo teórico de la computación, puesto que estableció uno de los primeros sistemas organizativos para comprender la realidad mixta y proporcionó un vocabulario común para discutir los digi-objetos (incluso si parte de la terminología empleada no era cuidadosa), lo que ayudó a definir áreas de estudio que antes eran confusas o carecían de enfoque. Este trabajo fundamental de Milgram y Kishino (1994) sigue resonando en los debates contemporáneos sobre estas tecnologías híbridas.

2.2 | Teorías de los nuevos medios y prácticas archivísticas

En los años siguientes se produjeron numerosos avances en las ciencias de la computación y la interacción humano-computadora (IHC); sin embargo, la teorización de los digi-objetos siguió en gran medida líneas similares a las establecidas por Milgram y Kishino que no desarrollaremos aquí, ya que han sido presentadas extensamente en otros lugares. No fue hasta la segunda mitad de la década que empezaron a surgir nuevas investigaciones más allá de la temática habitual. En particular, entre la circulación de estos novedosos artículos, podría destacarse el trabajo de Agustín Araya (1997), del que hablaremos aquí (§2.4), que integraba una perspectiva más filosófica y se distanciaba de los planteamientos anteriores.

Simultáneamente, desde la década de 1990, los nuevos medios digitales fueron celebrados por sus cualidades transformadoras. Palabras de moda como hipertexto,

realidad virtual y ciberespacio cobraron importancia a través de pensadores tecnoculturales como Michael Heim (1998) y Howard Rheingold (2000), quienes exploraron estos conceptos desde un contexto más especulativo.

A finales del siglo XX, cuando Internet y los medios digitales se generalizaron, Peter Lyman y Hal R. Varian (2000), investigadores de la Universidad de California en Berkeley, realizaron un estudio exhaustivo para calcular la cantidad de información producida y almacenada por la humanidad, y concluyeron que existía un predominio del contenido digital. La producción de información digital (que es barata de copiar y distribuir) no solo era la mayor en total, sino también la que crecía más rápidamente en comparación con las formas tradicionales de información analógica. Así, debido a este crecimiento exponencial de la información digital, las innovaciones que llegaron a principios del siglo XXI se asociaron principalmente con la archivística digital (Thibodeau, 2002) y las teorías de los nuevos medios (Kittler, 1999; Manovich, 2001), que proporcionaron nuevos enfoques conceptuales y metodologías concretas para los digi-objetos.

Esta narrativa sobre los medios, que reflejaba perspectivas tanto utópicas como distópicas sobre el impacto de la tecnología digital, evolucionó hasta convertirse en un campo independiente, que integraba conocimientos de varias disciplinas, incluidos los estudios culturales y la sociología. Recientemente, el enfoque ha cambiado de un «discurso cibernético especulativo» a una comprensión más plural de los nuevos medios y su integración en la vida cotidiana (Boomen *et al.*, 2009: 8).

En su trabajo, Kenneth Thibodeau (2002) aborda las diversas estrategias y desafíos de la preservación digital, especialmente en el contexto de la rápida evolución tecnológica y el creciente volumen y diversidad de los digi-objetos. Thibodeau propone un modelo tripartito en el que cada digi-objeto se entiende como un objeto simultáneamente «físico, lógico y conceptual» (2002: 10), con propiedades significativamente diferentes en cada uno de estos niveles. Como objeto físico, un digi-objeto es simplemente la inscripción de un código binario en un medio de almacenamiento. Como objeto lógico, requiere que sus datos sean reconocidos e interpretados por un software. Finalmente, como objeto conceptual, es la entidad que es reconocida y entendida por una persona, como aquellas que encontramos «en el mundo real», por ejemplo, a través de una pantalla táctil de un cajero automático (Thibodeau, 2002: 8).

El esquema constructivo de Thibodeau es útil como herramienta organizativa, pues permite gestionar eficazmente la complejidad de estos objetos, en particular desde una perspectiva archivística. Conduce a una conceptualización más completa que las formuladas anteriormente. Aunque no profundiza en consideraciones

filosóficas, asigna un valor implícito al siguiente paso para una definición más robusta: las relaciones interobjetivas. Si bien este enfoque es prometedor, hacen falta mayores esfuerzos para definir la flexibilidad de los digi-objetos dentro de un marco teórico más sólido.

Puede resultar útil examinar estos objetos a través de un enfoque que aplique técnicas de informática forense, trazando una distinción entre materialidad forense y materialidad formal, como propone Matthew Kirschenbaum (2012). La materialidad forense se basa en el «principio de individualización», que permite cada inscripción de un código en un determinado dispositivo de almacenamiento, a partir de la idea de que no pueden existir dos objetos exactamente idénticos en el mundo físico ocupando el mismo espacio al mismo tiempo (Blanco y Berti, 2016: 202). Por el contrario, la materialidad formal es alográfica y abstracta, donde todas las copias gozan de un mismo estatuto. Un ejemplo de esto sería la copia de un archivo de imagen .jpg de un disquete (un soporte magnético) que se almacena en un disco duro (uno mecánico) y luego se transfiere a una memoria flash (uno eléctrico). «En términos alográficos, es un único objeto», pero desde una perspectiva autográfica, «son tres objetos diferentes» (Blanco y Berti, 2016: 202-203).

Retomando la propuesta de Kirschenbaum, el archivista Trevor Owens (2012) señala una paradoja que revela una coexistencia de rasgos alográficos y autográficos en los objetos digitales. Si bien, los digi-objetos siempre son cosas codificadas y, en este sentido, son alográficas , se puede decir en contraste que una imagen forense bit a bit de un disco duro contiene información adicional más allá de los bits. En informática forense, es posible obtener escrituras previas de un disco duro, que corresponden a bits antiguos que aún se conservan.

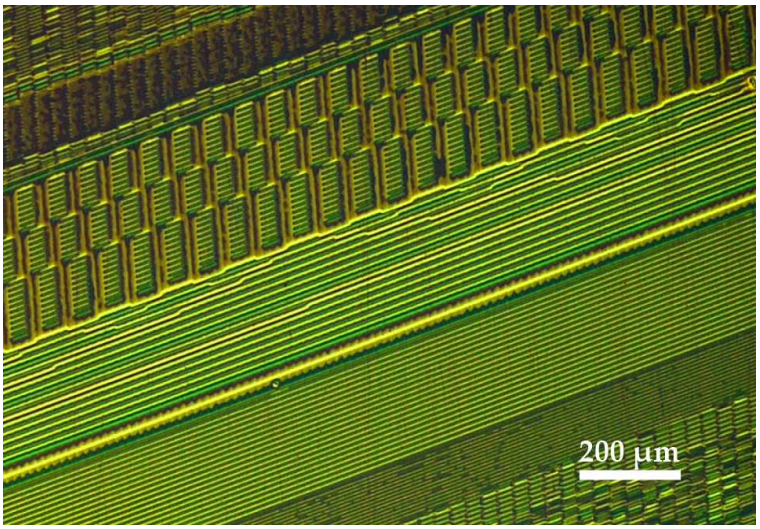

Fig. 2 — Grabación de magnetizaciones individuales de bits en un disco duro (HDD) de 200 MB (visible mediante CMOS-MagView). © Matesy GmbH (matesy.de/en/products/cmos-magview).

De este modo, dentro de un objeto digital como una imagen del disco duro, se «conservan rastros autógrafos del artefacto» del disco original en el que se almacenó (Owens, 2012, últ. párr.). Es más, los bits son, en palabras de Kirschenbaum, símbolos que se «activan y desactivan, activan y

desactivan», una y otra vez (2012: 11). Al respecto, cabe quizás enlazar a Yuk Hui, quien señala:

> Cuando las cualidades de un objeto digital desaparecen —como cuando las borramos capa por capa dentro de nuestras computadoras— al final descubrimos que ya no hay nada allí. Si encontráramos algo restante, probablemente sería algún registro o rastro que reconozca que algo existió allí anteriormente o tal vez tomaría la forma de enlaces perdidos y errores generados durante el transcurso de su desaparición (Hui, 2016: 110).

En términos de materialidad forense, un digi-objeto podría incluso ser reducido a señales eléctricas codificadas en binario, por tanto, parece insuficiente pensar la identidad de los digi-objetos sólo en los términos descritos, así como definir tales objetos en relación con su aplicación en técnicas de ciencia forense digital, lo que implica una clara subestimación y, en parte, un alejamiento del núcleo del asunto.

Para una comprensión quizás más matizada podemos recurrir al teórico Lev Manovich (2001), quien propone describir los objetos de los nuevos medios a través de cinco principios. Estos son: (i) los digi-objetos se componen de código binario y, en consecuencia, se representan numéricamente; (ii) tienen una estructura modular; (iii) pueden automatizarse; (iv) debido a (i) y (ii) los digi-objetos son mutables y (v) son transcodificables, lo que significa que pueden traducirse a otros formatos —podría sintetizarse que los dos primeros principios fundamentales son de los que dependen los otros tres—.

Antes de proseguir conviene recordar —o introducir— que la máquina universal de Turing (MUT) representa un modelo teórico que puede simular cualquier máquina de Turing (MT) cuando se programa adecuadamente y, por tanto, ejecutar cualquier algoritmo. Esta capacidad establece a la MUT como una computadora programable de propósito general[8]. Manovich amplía este marco al proponer que las

[8] Para comenzar, es importante señalar que, si bien el enfoque de Church se centraba más en la teoría de funciones y computabilidad, y no mencionaba ninguna maquinaria informática, el de Turing (1936) introdujo su concepto de máquina de Turing, que denominó *a-machine* (máquina automática). Fue Church, sin embargo, quien acuñó el término *máquina de Turing* en su reseña del artículo de Turing (1937). Resuelto esto, conviene precisar que una MT «puede hacer todo lo que puede hacer una computadora real». Sin embargo, hay ciertos problemas que ni siquiera una MT puede resolver (Sipser, 2013: 137). Todas las PC son de propósito general; programadas adecuadamente pueden simular cualquier MT. La principal objeción es que estas máquinas electrónicas tienen una memoria limitada, y no ilimitada, como la máquina "abstracta" de Turing, la cual es un concepto teórico. Si bien se trata de un modelo matemático de computación, una MT se puede comparar teóricamente con un programa y, a su vez, una MUT con una computadora en la que se pueden ejecutar esos programas. Cabe señalar que es común considerar que la «Z3», desarrollada por Konrad Zuse en 1941, es la primera MUT (Stamatescu, 2022: 271). Sin embargo, esta afirmación no es precisa. Aunque la Z3 fue la primera máquina electromecánica programable, no era de propósito general. La ENIAC, diseñada por

tecnologías digitales funcionan de manera similar, conceptualizando la computadora como un *metamedio* que puede simular todos los medios preexistentes. Según Manovich, el software que ejecuta una computadora es la realización de una «máquina universal de medios» (2013: 70). En este sentido, una MT se correspondería «funcionalmente con un programa», y una MUT, a una computadora que es capaz de ejecutar esos programas (Tetlow, 2016: 44).

A diferencia de Alan Kay y Adele Goldberg (1977), quienes fueron los primeros en considerar la computadora como un metamedio, haciendo hincapié en la interrelación entre hardware y software, para Manovich, esta categoría está más bien asociada a la digitalización de la información, lo que permite al software mapear digi-objetos en nuevas estructuras de datos. Sostiene que estos objetos no representan el mundo empírico, sino que se refieren a fórmulas matemáticas. Son, ante todo, «código digital» y, como tal, existen como representaciones numéricas que pueden ser descritas matemáticamente y someterse a manipulación algorítmica (Manovich, 2001: 27). La imagen de una pintura de Caravaggio, por ejemplo, es el resultado de «un proceso que se inscribe en un código y se almacena en una computadora a la espera de su actualización» (Zeller, 2022: 19). Para Manovich, esta pintura no está representada por la imagen que aparece en la pantalla porque lo que vemos en el monitor se basa en una fórmula matemática, aunque tampoco la imagen —formada por multitud de píxeles—, está representada únicamente por su código informático (este punto excede la conclusión de Manovich). Como explica Christoph Zeller, la imagen «se traduce» en una «fórmula matemática específica» que puede ser «archivada o almacenada en un disco duro, una unidad flash o en la nube» (2022: 19). Igualmente creemos que definir un digi-objeto únicamente como una «representación numérica» puede limitar su naturaleza a simples entidades computables de carácter modular. Estos artefactos no son solo espectáculos cableados; son entidades con las que interactuamos cotidianamente, y nuestras experiencias humanas están moldeadas por este mundo computacional y los objetos digitales que engendra.

El trabajo combinado de Gödel y la tesis de Church-Turing demostró el nexo de similitud entre los sistemas formales axiomáticos, las funciones recursivas μ (o funciones recursivas generales) y la visión abstracta de una máquina capaz de calcular cualquier función computable (Gödel 1931, Herbrand 1932, Church 1936, Turing 1936). Las matemáticas vertebran la computación contemporánea y el álgebra booleana desempeña un papel crucial en el funcionamiento de los dispositivos

---

John W. Mauchly y J. Presper Eckert, se ajustaría mejor a la descripción de la primera computadora programable de propósito general.

informáticos comunes. Pero nuestro enfoque es más específico: se trata de explorar los digi-objetos como objetos de investigación filosófica. Debe tenerse en cuenta que describirlos matemáticamente como manipulaciones algorítmicas subyacentes no sustituye los problemas genuinamente filosóficos aquí presentes. No hay ningún sustituto matemático para la filosofía (Kripke, 1976): la cuestión acerca de qué son o no los digi-objetos es, fundamentalmente, una cuestión filosófica.

En un intento por dilucidar su intrincada naturaleza, H.R. Ekbia (2009) introduce el concepto de *quasi-objetos*, y afirma que tales artefactos, exhiben una ontología ambivalente, desafiando así la ley de Leibniz (Allison *et al.*, 2005: 366), que si bien aparece escrita de muchas formas, se expresa comúnmente como la conjunción de dos principios:

(i) Principio de indiscernibilidad de los idénticos (PII_1): $\forall x \forall y\ [x = y \rightarrow \forall P(Px \leftrightarrow Py)]$
Si x e y son el mismo objeto, entonces comparten las mismas propiedades.

(ii) Principio de identidad de los indiscernibles (PII_2): $\forall x \forall y\ [\forall P(Px \leftrightarrow Py) \rightarrow x = y]$
Si x e y comparten las mismas propiedades, entonces son el mismo objeto.

En su artículo, Ekbia sostiene que los digi-objetos violan ambos principios. En primer lugar, violan PII_2, ya que puede haber implementaciones exactamente similares, pero claramente diferentes. Y en segundo lugar, desafían PII_1, dada la existencia de numerosas copias o versiones que rara vez, o nunca, son exactamente iguales debido a las distintas plataformas, navegadores, monitores, etc., suscitando por tanto cuestiones sobre la «autenticidad» y la «originalidad» (2009: 2554).

Puede decirse con certeza, que PII_2 es el principio más controvertido e impugnado de los dos. Originalmente formulado en el *Discurso de metafísica*, este principio sostiene que el hecho de que dos objetos parezcan absolutamente iguales no implica necesariamente que sean una misma cosa. Si dos objetos fueran verdaderamente idénticos, no podrían existir como dos objetos separados; más bien, constituirían un único objeto. Por lo tanto, según este razonamiento, no se pueden discernir dos cosas absolutamente idénticas porque, en esencia, son la «misma» cosa (Leibniz, 1989: 308).

Es por ello, que ha de invertirse el principio leibniziano y hablar de indiscernibilidad de los idénticos, es decir PII_1, que a diferencia de PII_2, no es un principio que esté seriamente en disputa. Tal es así, que a Kripke le sorprendía que algunos filósofos lo hubieran puesto en duda, ya que es «tan nítido como la ley de no contradicción» (1980: 3). De hecho, se trata de un axioma, una expresión tautológica que indica que dos objetos son en verdad "lo mismo", en realidad; un solo y mismo objeto.

Según Ekbia, los digi-objetos derivan en gran medida de los procesos que median en su creación, de los que «toman prestadas ciertas características» (2009: 2558), por lo que carecen de una identidad clara, y de la estabilidad y adecuación de los objetos tradicionales (físicos), razón por la cual, los describe como *quasi-objetos*. El ejemplo arquetípico para Ekbia son los *bugs* [bichos], que designan cualquier tipo de error de software. Lo curioso aquí es que estos digi-objetos tienen su origen en insectos reales, ya que estos errores informáticos toman su nombre de la avería que sufrió el Mark II a causa de una polilla[9].

Estos *quasi-objetos* son aplicaciones, componentes o contenidos de medios digitales que edifican las circunstancias sociohistóricas, es decir, incorporan una dimensión histórica mediante la construcción de prácticas sociomateriales comunes y cotidianas como blogs, wikis o perfiles personales en redes. El profesor Ekbia también enfatiza que, por más que sabemos qué es un blog, una wiki o una página web, carecemos de teorías elaboradas sobre estas y muchas otras entidades que no solo están presentes en nuestras computadoras, sino también en nuestras vidas —en el hogar, en el trabajo o en el ocio—. Al decir que los digi-objetos son *quasi-objetos*, Ekbia resalta la naturaleza matizada de su ser, que parece estar a caballo entre la realidad completa y la abstracción. Esto sugiere que no poseen un estatus ontológico completo. Si bien son contingentes y dependientes de construcciones físicas y sociales, su presencia ontológica es innegable. En fin, por esclarecedor que pueda parecer este trabajo y otros similares, parece enfocarse casi unánimemente en las implicaciones humanas y organizacionales. Además, este escrito tiende a invocar comprensiones pre-teóricas, con la posible falta de claridad, detalle y matiz que tales interpretaciones suelen implicar, aunque estas puedan ser útiles en ciertos contextos.

Tal vez estos objetos no deben verse como una forma fija, sino en el sentido de que están siempre en proceso de convertirse. La teoría propuesta por Kallinikos, Aaltonen y Marton (2010) respalda esta perspectiva, la cual propone entender estos objetos como unidades creadas digitalmente que fomentan la «editabilidad, interactividad, apertura y distribución» (preámbulo, párr. 2). A diferencia de los artefactos convencionales, la flexibilidad y editabilidad de los digi-objetos, permite en principio, actuar sobre ellos y modificarlos de manera continua y sistemática (Manovich, 2001; Weinberger, 2007; Zittrain, 2008). Igualmente posibilitan la interactividad, en el sentido de que ofrecen rutas alternativas que los agentes

[9] En realidad, el término ha sido parte de la jerga de ingeniería desde que Thomas A. Edison lo usó, y en la era del Mark II, los ingenieros informáticos de Harvard lo empleaban con regularidad. El término se hizo popular después de que, en 1946, la ingeniera informática Grace Hopper registrara la avería en el cuaderno del Mark II, a las 15:45, pegando la polilla a una hoja con cinta adhesiva y anotando: «se encontró el primer caso real de *bug* [bicho]» (Danis, 1997; Boden, 2006: 146).

humanos pueden activar a través de funciones integradas, como hipervínculos. Los digi-objetos también son abiertos y reprogramables, lo que significa que pueden ser alterados mediante otro software diferente al que rige su comportamiento original (Manovich, 2001; Zittrain, 2008). Como resultado de esta interoperabilidad y apertura, los digi-objetos componen una diáspora digital, y por lo tanto, rara vez se encuentran dentro de una única fuente (Haider y Sundin, 2010). En este sentido, se pueden ver como conjuntos temporales formados por componentes o elementos de información repartidos por las infraestructuras de Internet.

A pesar de exhibir un cúmulo de propiedades, los digi-objetos se estructuran conforme a la modularidad y granularidad del hábitat en el que se encuentran —toda la Web, tiene una estructura modular—. Debido a esto, muchos digi-objetos se pueden combinar de forma relativamente más sencilla de lo que se pueden crear. En otras palabras, en la lógica digital «crear consiste en reordenar formas existentes» (Bolter y Grusin, 1999: 39). Como se mencionó previamente, los digi-objetos están compuestos de piezas o módulos que se ensamblan para formar objetos dentro de una red más amplia, manteniendo cierta autonomía pero dependiendo de sus conexiones y vínculos con otros digi-objetos (Kallinikos, 2006; Manovich, 2001). A su vez, los fragmentos y piezas que se ensamblan en un digi-objeto son en sí mismos un conjunto de módulos. En otras palabras, encontramos digi-objetos dentro de digi-objetos dentro de digi-objetos y así sucesivamente (Kallinikos *et al.*, 2010). En este sentido, sería interesante observar que los objetos digitales pueden considerarse objetos solo de una manera elusiva y, tal vez, eufemística. La constante transfiguración y los límites permeables subyacentes casi sugieren que son más bien operaciones mediante las cuales se ensamblan proxies solo para ser desempaquetados, editados, reprogramados y ensamblados nuevamente (Ekbia, 2009; Manovich, 2001).

Los conjuntos de datos computables son granulares, y esta constitución está íntimamente relacionada con la modularidad (Benkler, 2006). La granularidad se refiere al tamaño y nivel de detalle de las unidades elementales que componen un digi-objeto. La computación granular es un paradigma emergente, particularmente relevante en la teoría de conjuntos (Zadeh, 1979), que se basa en nuestra capacidad para percibir el mundo real en piezas distinguibles, conocidas como gránulos[10]. Al reconocerse la estructura modular de los digi-objetos (Bolter y Grusin 1999; Manovich 2001; Kallinikos *et al.*, 2010; Yoo *et al.*, 2010), se revela la capacidad que

[10] La materia granular es aquella que está formada por un conjunto de partículas macroscópicas sólidas conocidas como gránulos que tienen el tamaño suficiente para ser distinguibles entre sí, por lo general, partículas cuyo tamaño es mayor a un micrón.

poseen de existir en distintas variaciones y recombinaciones, pueden existir como software, pero también pueden integrarse en objetos materiales cotidianos, desde cepillos de dientes eléctricos hasta automóviles (Recker *et al.*, 2021).

Continuando esta estela teórica, los profesores Yoo, Henfridsson y Lyytinen (2010) argumentan que la arquitectura basada en capas de la tecnología digital integrada en productos físicos, mejorando así su funcionalidad con software, es similar a la modularidad en la organización industrial, donde, por ejemplo, un automóvil está compuesto por la interconexión de diferentes módulos (carrocería, motor, sistema de transmisión, circuito eléctrico, etc.), en principio independientes, que dan lugar al producto en sí (Baldwin y Clark, 2000). Entonces, según proponen, la nueva lógica digital se fundamenta en un modelo híbrido entre «la arquitectura modular de un producto físico y la arquitectura en capas de la tecnología digital», es decir, una combinación de componentes digitales y físicos a la que denominan «arquitectura modular en capas» (Yoo *et al.*, 2010: 725).

Tomando el ejemplo anterior, a medida que los subsistemas de un automóvil se digitalizan y se conectan a través de arquitecturas de software, un automóvil se convierte en una plataforma informática en la que otras empresas ajenas a la industria automotriz pueden desarrollar e integrar nuevos dispositivos, redes, servicios y contenidos en el vehículo (Henfridsson y Lindgren, 2010). La modularidad permite que el hardware y el software de un proveedor interoperen con productos de otros proveedores siempre que admitan los mismos estándares para cada capa.

Como se puede entrever en los párrafos que anteceden, un digi-objeto con una arquitectura modular en capas es el resultado de la unión temporal de componentes individuales en diferentes capas. Esta arquitectura dinámica y flexible también está habilitada por la modularidad, la granularidad y las interfaces estandarizadas de los digi-objetos (Kallinikos *et al.*, 2010).

La noción de modularidad se utiliza paralelamente y con frecuencia en filosofía y ciencias cognitivas, y es ampliamente utilizada no sólo en estos campos sino también en otras áreas del conocimiento más allá de la tecnología, como las matemáticas, la biología y la arquitectura (Schilling, 2002). Esta idea está tan extendida que describir algo como una unión de varias partes o módulos que interactúan entre sí, parece casi trivial. Sin embargo, este debate adquiere mayor importancia en el contexto de la innovación digital dentro de las infraestructuras corporativas y su lógica organizacional. En este contexto, los digi-objetos brindan algún tipo de servicio y son principalmente productos industriales —lo cual es indudable—.

Si bien la ingeniería electrónica es fundamental para el desarrollo del hardware que sustenta los objetos digitales, la creación y utilización de estos objetos requiere una colaboración interdisciplinaria. Más aún, en una era caracterizada por la ubicuidad de los medios, estos digi-objetos influyen en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana. Esta interconexión reconfigura nuestras experiencias y, como observa Yuk Hui, las limitaciones de las perspectivas ingenieriles se hacen evidentes:

> La ingeniería se queda corta en el sentido de que limita su comprensión de los objetos digitales a un conjunto de estructuras de representación (en el sentido en que se entiende la forma en el pensamiento hilemorfista), es decir, a aplicaciones prácticas. Del mismo modo, las reflexiones sobre los medios digitales en las últimas décadas se han centrado en lo digital y en la información, y cada vez más en los datos, mientras que la noción de *objeto digital* aún está por dilucidar (2016: 3).

Esta crítica subraya la necesidad de una comprensión más amplia de los digi-objetos más allá de sus funciones específicas. Mientras diversos abordajes teóricos, ingenieriles e instrumentalistas sostienen haber cubierto todas las aristas de la revolución digital, lo que impulsa precisamente esta revolución, los digi-objetos, no ha sido evidenciado en sus efectos culturales y sociales. Como sugiere Hui, para comprender plenamente los digi-objetos, es necesario trascender su representación en términos de operatividad y eficiencia, y explorar su naturaleza y su papel en el entorno contemporáneo.

A diferencia de la innovación tradicional, que suele seguir procesos lineales y avances discretos, la innovación digital se logra, como se ha sugerido, «realizando nuevas combinaciones de componentes digitales y físicos» (Yoo *et al.*, 2010: 725). A medida que nuestras actividades cotidianas se entrelazan cada vez más con objetos digitales y no digitales, el contorno y las posibilidades de nuestras experiencias se ven moldeadas por la sociomaterialidad (Orlikowski 2007, 2010; Yoo 2010; Faulkner y Runde 2012).

Esta perspectiva sociomaterial, defendida principalmente por Wanda Orlikowski (2007, 2010) se caracteriza por un compromiso ontológico fundamental que supone el entrelazamiento constitutivo de «lo social y lo material» dentro del contexto organizacional cotidiano (Orlikowski 2007: 1437). Si bien Yoo, Henfridsson y Lyytinen (2010) plantean preguntas cruciales sobre la interacción entre la tecnología y la dinámica social, su análisis deja ciertas indagaciones sin resolver. En conjunto, los digi-objetos constituyen un híbrido sociotécnico, donde los atributos y las operaciones que los sustentan se entrelazan con prácticas sociales que redefinen el alcance y los modos de conducta subyacentes (como lo ejemplifican plataformas

colaborativas como GitHub, que facilitan el desarrollo colaborativo de software).

Como se puede observar, las propiedades de los digi-objetos han suscitado varias investigaciones, incluida las importantes contribuciones realizadas por Faulkner y Runde (2009, 2010, 2013, 2019), quienes tratan de captar tanto la complejidad ontológica de tales objetos como su identidad técnica y sus usos —vinculados a diversas funciones sociales—. En sus artículos, que incorporan conocimientos provenientes de las ciencias económicas, discrepan de la sociomaterialidad de Orlikowski, pues dudan que desde una perspectiva ontológica se pueda afirmar la inseparabilidad de lo social y lo material. La existencia de objetos materiales, como reservas minerales (Faulkner y Runde, 2010) o estrellas en galaxias lejanas, no dependen de ninguna práctica humana (Jones, 2013).

Faulkner y Runde coinciden en que las actividades humanas moldean los objetos tecnológicos y que, a su vez, estos son moldeados por las actividades humanas (Faulkner y Runde, 2012). No obstante, también sostienen que estos objetos pueden existir de manera autónoma, distinguiendo además entre tecnologías materiales y tecnologías inmateriales (digitales híbridas). La identidad de los objetos tecnológicos «está subdeterminada por sus características físicas», y además, existe «un aspecto inherentemente social en la identidad de dichos objetos» que surge del uso que se les da dentro de un grupo social. Básicamente, se trata de comprender lo que son estos objetos en las comunidades en las que surgen (Faulkner y Runde, 2009: 448).

Siguiendo las líneas trazadas, estos autores plantean que los digi-objetos son, fundamentalmente, cadenas de bits inmateriales que son producidos por software que ejecuta un conjunto de instrucciones codificadas en hardware (Faulkner y Runde, 2013). En el marco de la arquitectura de Von Neumann, las propias aplicaciones de software deben almacenarse en forma de cadenas de bits, lo que genera un fenómeno de autorreferencialidad. Esto significa que la producción de digi-objetos no puede llevarse a cabo sin la existencia previa de otros digi-objetos (Yoo, 2010; Kallinikos *et al.*, 2010; Baskerville *et al.*, 2020).

Tradicionalmente, la literatura se ha centrado en las innovaciones en torno al hardware. Sin embargo, Faulkner y Runde sostienen que es hora de trasladar el foco de atención más allá de los objetos tecnológicos materiales para incluir los objetos tecnológicos inmateriales, es decir, entidades digitales que no poseen una forma física intrínseca. Esto incluye, entre otros, objetos relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como programas informáticos, páginas web, o imágenes digitalizadas (Faulkner y Runde, 2009, 2010). Los autores adoptan una visión realista de los digi-objetos una vez que han llegado a existir; es decir, estos objetos tecnológicos y sus identidades existen independientemente de la

interpretación de cualquier observador individual —más adelante desarrollaremos nuestra idea del realismo (§4.2) que, como ya podemos anticipar, es de gran trascendencia para la cuestión que analizamos—.

La concepción de digi-objetos que proponen Faulkner y Runde se refiere a una categoría más amplia que abarca objetos generalmente híbridos, donde las cadenas de bits se combinan con diferentes tipos de componentes materiales e inmateriales. Esta categoría incluye sistemas informáticos con sus componentes físicos y periféricos (hardware), dispositivos cotidianos con capacidades informáticas integradas (Yoo *et al.*, 2010; Recker *et al.*, 2021), así como ensamblajes más complejos como redes y ecosistemas digitales. También abarca objetos predominantemente inmateriales, como «paquetes de software, sitios web y archivos digitales» (Faulkner y Runde, 2019: 7).

Faulkner y Runde despliegan un concepto innovador: la noción de *portadores*, con el objetivo de explorar cómo se combinan los objetos materiales e inmateriales. Muchas entidades digitales dependen de objetos físicos que actúan como portadores, tales como «CD o DVD-ROM (discos ópticos), unidades de disco duro (HDD) o de estado sólido (SSD) y tarjetas de memoria», los cuales son utilizados para transportar y almacenar material digital (2019: 8). Desde este punto de vista intentan ampliar esta noción hablando de portadores inmateriales (donde un objeto inmaterial puede estar inscrito, contenido o transportado), destacando la capacidad de las cadenas de bits para funcionar como «portadores inmateriales» para otras entidades inmateriales (2013: 812).

Los autores afirman que la capacidad de las cadenas de bits para actuar como portadores es una característica definitoria de la tecnología digital y un factor clave que distingue a los digi-objetos contemporáneos. Esta tesis señala características específicas de los digi-objetos, entre las que destacan dos: (i) su naturaleza inmaterial, y (ii) la relación objeto-portador, que ilustra cómo las cadenas de bits y los digi-objetos pueden soportar múltiples capas de portadores inmateriales (Faulkner y Runde, 2013, 2019).

Faulkner y Runde también comparten unas breves observaciones sobre la relación entre los digi-objetos y la computación, que definen como «procesos en tiempo real realizados por computadoras digitales que involucran la manipulación algorítmica de información transportada» por cadenas de bits (2019: 10). Estos procesos son relevantes en este contexto por su relación tecno-existencial con los digi-objetos, relación que es bidireccional: la existencia de la computación depende de la existencia de los digi-objetos, y viceversa.

2.3 | Internet no puede buscarse en Google[11]

Reflejadas hasta ahora diversas investigaciones llevadas a cabo en este ámbito, cabe preguntarse si las tesis y argumentos planteados consiguen articular el núcleo del problema, o si más bien esto es algo que aún está por concretarse. A pesar de la creciente prevalencia de los digi-objetos en contextos culturales y sociales, alcanzar una conceptualización clara y acordada sigue siendo difícil, si no imposible. Estos objetos siguen acarreando cierta ambigüedad, ya que su gran número y diversidad pueden compararse con la gran variedad de especies animales.

Un lenguaje algo unificador que rodea al contenido digital es la designación de un identificador de objeto digital (DOI), un código alfanumérico que identifica una pieza de contenido electrónico (imagen, texto, audio, etc.). Este sistema proporciona una forma de identificación única (UID) —como proponen Kahn y Wilensky— donde cada DOI identifica de forma permanente e inequívoca el objeto con el que está asociado. A diferencia de las URL, que pueden cambiar con el tiempo, un DOI permanecerá constante incluso si cambia la ubicación del trabajo digital, sin embargo, los editores pueden cambiar la URL correspondiente a un DOI en el directorio (Rosenblatt, 1997).

El dilema surge cuando los hipervínculos en las publicaciones académicas en línea se vuelven obsoletos (Ho, 2005). Un DOI siempre funcionará para localizar un objeto, pero si la revista o plataforma a la que está vinculado cambia o desaparece, podría perderse en la inmensidad de la Web si la referencia alfanumérica no está disponible. Aparte de esto, considerar inequívocamente como digi-objetos sólo aquellos a los que se les asigna un DOI sería poco pragmático, pues supondría centrarse en un subconjunto minúsculo y pasar por alto una gran parte del espectro digital.

En comparación con los medios tradicionales, como los libros, los digi-objetos carecen de un borde identificable que los defina como entidades obvias (Ekbia, 2009; Kallinikos *et al.*, 2010). A ello, es menester añadir que los digi-objetos son prácticamente inseparables de las redes, debido a su capacidad de difundir, combinar e intercambiar datos libremente (Yoo *et al.*, 2012). Esta interconexión constituye la base de la WWW, que sirve como autopista para el movimiento de archivos. En la Web, las páginas se construyen utilizando HTML (lenguaje de marcado de hipertexto), que representa una colección dinámica y en constante evolución de contenido hipervinculado. Cada página web está compuesta de texto, imágenes, vídeos y gráficos, que colectivamente transmiten información.

[11] Título tomado del artículo *The Internet you can't Google* de J.J. Rosen (2014).

La navegabilidad de la Web parece estar determinada por la lógica de los buscadores de Internet. Esto sugiere que la historia será recordada a través de «los ojos algorítmicos de la tecnología de los motores de búsqueda» (Kallinikos *et al.*, 2010: sec. 4, parr. 5). En cualquier caso, se ha demostrado que los motores de búsqueda típicos, como Google (que gestiona la mayor parte de las consultas tecleadas), sólo indexan una pequeña fracción de toda la Web.

Esta indexación selectiva plantea importantes interrogantes sobre las prácticas archivísticas, ya que la selección de contenido indexado no está determinada por profesionales o expertos en un campo específico, sino que está impulsada por la popularidad y relevancia del contenido, evaluadas a través del comportamiento de los navegantes en línea. Esto significa que la información menos conocida, pero históricamente significativa, puede quedar eclipsada si no logra suficientes clics.

El archivado web, que en esencia, implica la conservación de digi-objetos de la Web dentro de un entorno digital (Teszelszky, 2019), ayuda a evitar que el contenido se desvanezca debido a cambios de plataforma, eliminación de recursos o enlaces rotos. Junto a esto, cabe preguntarse cómo preservar eficazmente el contenido en línea, específicamente, cómo mantener los digi-objetos accesibles y utilizables.

Internet Archive (archive.org) es un intento de evitar que los objetos digitales desaparezcan en un pasado sin rastro (Green, 2002; Kallinikos *et al.*, 2010). Desde su fundación por el bibliotecario digital Brewster Kahle en 1996, ha logrado construir una colección de más de 860 mil millones de páginas web, lo que la convierte en la base de datos más grande del mundo. En 2001, Internet Archive lanzó su propio motor de búsqueda para «acceder a versiones históricas» del contenido web archivado mediante URL específicas: Wayback Machine (Toyoda y Kitsuregawa, 2012: 1441). Esta valiosa herramienta preserva de manera eficaz instantáneas de la historia digital. Sin embargo, muchos digi-objetos no pueden capturarse de esta manera, con la posibilidad de que puedan perderse por completo.

Los digi-objetos son inherentemente frágiles y a menudo corren el riesgo de perder datos o incluso de tener un final súbito, lo que subraya la necesidad de garantizar que los datos sigan siendo accesibles en el futuro, aun cuando el software o hardware original se vuelvan obsoletos. La longevidad de la información digital depende de algo más que buenas copias de seguridad. Como señalaron Waters y Garrett (1996), la preservación digital se basa en cuatro estrategias principales: (i) mantener los bits seguros, (ii) mantener los archivos utilizables, (iii) mantener la integridad de los objetos y (iv) preservar sus relaciones contextuales dentro del entorno digital.

Los digi-objetos no sólo dependen de la tecnología, sino que están vinculados a un entorno y a una infraestructura. A medida que cambia el entorno, también pueden cambiar los objetos. Los datos no se conservarán por «negligencia benigna». Los materiales digitales «sólo se conservarán mediante una gestión activa» (Kowalczyk, 2008: 406). Stephen Abrams sostiene que el formato de representación «impregna todos los aspectos técnicos de la arquitectura del repositorio digital» porque afecta cómo se almacenan, acceden y gestionan los datos a largo plazo y, por lo tanto, es la base de muchas, sino todas «las actividades de preservación digital» (2004: 49). En otras palabras, el formato técnico de un archivo determina su probabilidad de conservación. Un formato se define como «la estructura interna y la codificación de un objeto digital, que permite que se procese o se presente en una forma accesible para el ser humano» (Brown, 2006: 3).

La preservación digital requiere el uso de formatos estables y sostenibles, priorizando estándares abiertos y ampliamente adoptados para asegurar que los datos sean recuperables y manejables en el futuro. Casi todos los factores que ponen los datos digitales en alto riesgo de corrupción, degradación y pérdida (además de los factores legales, políticos, económicos o sociales) derivan de estas dependencias técnicas generales. Los primeros artefactos digitales ya se están volviendo inaccesibles debido a la desintegración del medio en el que fueron almacenados o porque los respectivos estándares de hardware y software utilizados para crear y acceder a estos digi-objetos están obsoletos (Kowalczyk, 2008).

En el ámbito de las ciencias de la computación, Guttenbrunner y Rauber (2012) abordan dos métodos que pueden ser utilizados en la preservación digital: la migración y la emulación, cuyo propósito común es permitir que un digi-objeto se reproduzca en un entorno de software diferente. La migración consiste en transferir los datos desde un dispositivo en riesgo de obsolescencia a una plataforma más actualizada, mientras que la emulación replica el funcionamiento de un dispositivo o software diferente, permitiendo acceder a los datos archivados, ya que en ocasiones los datos solo funcionan en hardware antiguo que ya no se fabrica, y otras veces es el software el que quedó obsoleto frente a sistemas más modernos. El uso de la emulación permite que el digi-objeto siga siendo accesible en su entorno original. El peligro que conlleva la migración es la pérdida de datos o, en algunos casos, la pérdida de la funcionalidad original de los digi-objetos. Por estas razones, algunos autores como Jeff Rothenberg (1999) han visto la emulación como una estrategia superior, sin embargo, es difícil reproducir fielmente el comportamiento original de los digi-objetos.

En muchos sentidos, un digi-objeto es «un objeto atrapado en el tiempo» —su interfaz no envejece, incluso si sus bits y bytes sí lo hacen—. Pero eso no excluye que no pueda «dañarse, romperse o perderse», al igual que uno físico (Meehan, 2020: 423). También existe el fenómeno opuesto: la persistencia póstuma de los datos digitales. Existen numerosos sitios web que dejaron de gestionarse hace años, remontándose a veces a décadas atrás, y al igual que la arquitectura de un edificio, su diseño refleja otra época. Las plataformas de redes sociales, en particular, ilustran vívidamente este concepto. Contienen numerosos perfiles de usuarios que han fallecido, lo que da lugar a lo que algunos han denominado *cementerios digitales* (Sofka *et al.*, 2012; Graham *et al.*, 2013; Bjørn *et al.*, 2014). De hecho, se prevé la posibilidad de que en algún momento haya más usuarios fallecidos en las redes sociales que vivos. Estos perfiles, junto con tuits, videos, fotos y otros artefactos del pasado, siguen circulando por el espacio digital o se encuentran inertes en algún lugar de la Web (Özdemir *et al.*, 2021).

La dificultad para alcanzar una conceptualización clara de los digi-objetos refleja la complejidad inherente a la digitalización de la experiencia humana, donde lo efímero y lo perdurable coexisten en un entorno interconectado. En medio de paisajes tecnológicos en constante cambio, los modelos algorítmicos parecen determinar en gran medida qué se recuerda y qué se pierde. También influyen significativamente las elecciones de los usuarios que libremente seleccionan el contenido. En este contexto la medida de existencia se vincula a la visibilidad, tal y como se resume en el *adagio*: «Hago clic, luego existo» (Helfand, 2001: §12).

2.4 | Micromundos

En la década de 1970, el matemático del MIT Seymour Papert (desarrollador del software LOGO), junto con el científico de la computación Marvin Minsky, avanzaron el concepto de *micromundo* (Minsky y Papert, 1971; Papert, 1980) para referirse a «un entorno de aprendizaje interactivo basado en computadoras» (Papert, 1980: 122) con un enfoque constructivista (Piaget, 1975; Vigotsky, 1978) que incorporaba *gráficos de tortuga* para crear patrones geométricos[12].

En teoría, un micromundo puede describirse como un entorno ideal «compuesto de objetos, y relaciones entre objetos» (Thompson, 1985: 465) que permite una

[12] Durante este período, la investigación en el MIT vio surgir trabajos que exploraban las matemáticas y la programación en un entorno de IA. Iniciativas como los micromundos y los sistemas de álgebra computacional, como MACSYMA (centrado en la manipulación rigurosa de símbolos matemáticos), se beneficiaron de la rica cultura de innovación computacional a fines del siglo XX.

representación análoga de «algunos aspectos del mundo natural» (Pea, 1985: 85). Eran los primeros días de la IA, y el enfoque era extemporáneo y de difícil aplicación, tal y como lo ilustró en su momento Dreyfus (1981), no había manera de que los micromundos pudieran combinarse y extenderse al mundo de la vida cotidiana.

En sus albores, los comandos controlaban un robot pedagógico con ruedas y forma de tortuga, equipado con un mecanismo de «lápiz» que permitía al programador crear un diseño en una gran hoja de papel en el suelo (Boden, 2006: 817). A medida que la tecnología evolucionó, ese robot-tortuga fue reemplazado por un cursor que representaba una tortuga en la pantalla, lo que permitió la creación de formas matemáticamente complejas a través de las posibilidades gráficas del lenguaje de programación LOGO. Cabe mencionar que el libro *Turtle Geometry*, de Hal Abelson y Andrea diSessa (1981), incluye muchas exploraciones avanzadas con la tortuga.

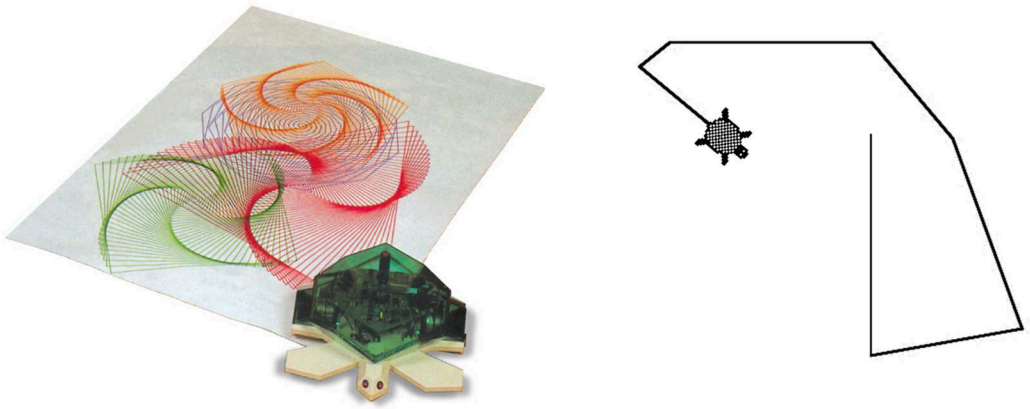

Fig. 3 — A la derecha, el robot-tortuga desarrollado por Valiant Technology en 1983 controlado por el lenguaje de programación LOGO (Catlin, 2017). A la izquierda, el inicio de una figura geométrica creada con gráficos de tortuga. © Valiant Technology / Logo Foundation (el.media.mit.edu/logo-foundation/).

En general, si bien las capacidades gráficas de la época eran muy limitadas, estos micromundos podían representar figuras geométricas en la pantalla de manera más eficiente y, sobre todo, más amena que con regla, escuadra, cartabón y compás. Sus aplicaciones matemáticas eran una razón fundamental para su uso pedagógico, la sintaxis en LOGO —que se basaba en LIPS—, era muy sencilla ("avanza 80", "giraderecha 120", etc.). Esta simplicidad permitía a los alumnos aprender geometría jugando mientras dirigían los movimientos del cursor (o tortuga) en la pantalla.

Las rudimentarias operaciones en estos micromundos, que Papert describía como «objetos con los que pensar» (1980: 11), fueron de indudable valor didáctico, pero lo importante a resaltar aquí, es que estas gráficas primitivas fueron uno de los

primeros ejemplos explícitos de un mundo virtual, donde, por lo general, los objetos digitales manipulables eran equivalentes a materiales físicos del mundo real.

Los digi-objetos, en este contexto, eran entidades o elementos con los que los estudiantes interactuaban en sus experiencias de aprendizaje interactivo. La tortuga en sí misma actuaba como un digi-objeto que los usuarios podían controlar mediante comandos simples. Conviene admitir, que desde sus inicios, LOGO fue más que un simple lenguaje de programación. También era un tipo de tecnología educativa que incorporaba una cultura informática: una forma de pensar sobre las computadoras y lo que estaban haciendo (Solomon *et al.*, 2020).

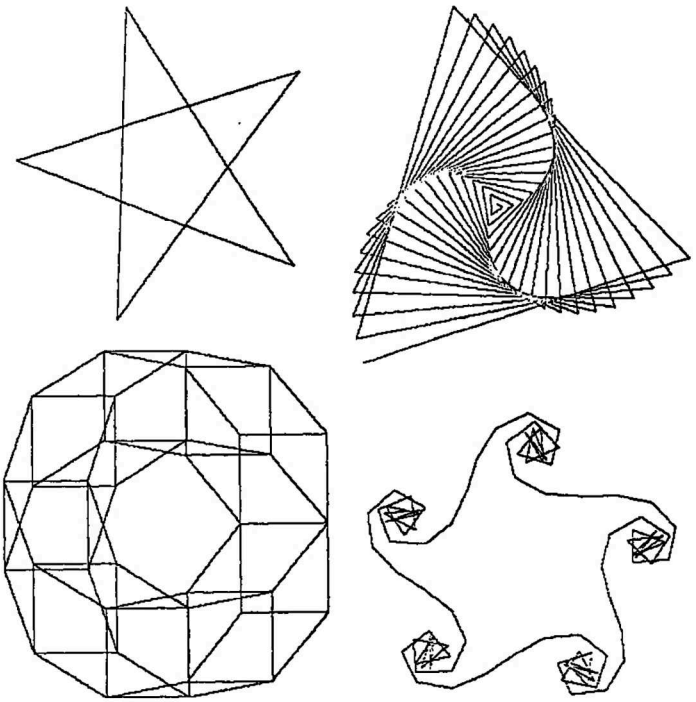

Fig. 4 — Algunas figuras geométricas dibujadas por la tortuga (Abelson y diSessa, 1981).

El primer LOGO *Tortuga*, desarrollado por Papert y Minsky, sirvió como un «precursor temprano del software de gráficos por computadora» (Wood, 2012: 626). Más tarde, surgieron varios dialectos de programación basados en LOGO, como StarLogo, una versión más avanzada desarrollada por Mitchel Resnick, alumno de Papert. Otros ejemplos fueron NetLogo o MSWLogo/FMSLogo, además de múltiples influencias en otros lenguajes de programación educativos. Generalmente, estos micromundos se mantuvieron en un ámbito pedagógico, pero su discusión en el contexto informático (y en otras áreas) continuó. Su literatura posterior, en la década de 1990, es confusa, lo que dificulta distinguir entre micromundos y otras formas de software interactivo que se estaban desarrollando.

En 1997, el matemático y científico de la computación Agustín A. Araya publicó un artículo precursor donde analizaba el concepto de micromundos en el contexto educativo. Su trabajo examinaba la llamada revolución informática y sus posibles desafíos asociados con la implementación de entornos de aprendizaje interactivos. Araya abogó por una transformación de las prácticas educativas para adaptarse a un panorama cada vez más digital e hizo hincapié en los efectos potenciales que el uso intensivo de estas tecnologías podrían tener sobre los propios usuarios, específicamente, en el «nivel ontológico fundamental» de cómo las personas «se abren al mundo y cómo el mundo las toca» (1997: 3). En particular, Araya exploró uno de esos entornos de aprendizaje: el sistema FLUENT (Hamburger, 1994), orientado a apoyar la adquisición de un segundo idioma (como francés o español), donde los estudiantes podían conversar en el idioma deseado con un "tutor de software" —un sistema de tutoría inteligente—.

En su trabajo, Araya realiza un análisis sobre lo que denomina «objetos del micromundo», reflexionando sobre su carácter ontológico y epistemológico fuera de su contexto de uso habitual. Este enfoque le permite al autor definir estos artefactos como recursos computacionales, que más bien, «se calculan y muestran en una región particular de espacio y tiempo: la pantalla de la computadora» (1997: 10). Cabe añadir que, si bien tales objetos ya se mencionan en otros artículos aparecidos por la misma época, carecen de calado filosófico, ciñéndose al campo pedagógico y computacional (Hidaka, 1992; Hamburger, 1994; Moursund y Yoder, 1996).

Araya destaca una característica fundamental de estos artefactos digitales: son «objetos incorpóreos», pues carecen de «ciertos tipos de propiedades físicas y funcionales» (masa y temperatura); teniendo un conjunto limitado de propiedades, principalmente visuales, como «forma, tamaño y color». Por lo tanto, cualesquiera que sean las pocas propiedades que se perciben de estos objetos, «no emergen de sus cuerpos, de los que carecen» (1997: 10). Además, explica:

> Se podría argumentar que la "representación interna" de un objeto en el sistema de software subyacente [...] constituiría algo así como su cuerpo. Pero esto es claramente diferente del cuerpo físico de los objetos reales, cuerpos que tienen ciertas propiedades que podemos percibir [...] Estos objetos, por ser incorpóreos, pueden ser vistos pero no tocados (Araya, 1997: 10-11).

Por ejemplo, al usar un guante de datos, una persona puede sostener una taza de café en un entorno de RV, pero no puede tocarla, ya que no es una taza *real* en el sentido físico; más bien, es una simulación digital de una taza de café desprovista de

cualidades tangibles, no es posible beberla ni olerla, y su cafeína no le afectará, lo que la convierte en una especie de placebo virtual.

Generalmente, lo que se utiliza es el cursor, que suele representarse en la pantalla como una flecha o como una mano con un dedo índice extendido (esto puede diferir según diferentes programas o sistemas operativos). Este cursor es empleado para manipular los elementos presentes en las interfaces gráficas, como menús, botones, barras de desplazamiento o cualquier otro *widget*.

Puede parecer que el ratón y el cursor, al que Araya se refiere como micromano, son lo mismo, pero son dos herramientas distintas: el ratón tiene un cuerpo físico, mientras que el cursor es incorpóreo, lo que impide a los usuarios experimentar los digi-objetos de manera táctil. Cuando un usuario *agarra* una taza con la micromano, solo siente el ratón en su mano y el botón que presiona con su dedo índice para arrastrar dicho objeto.

Esto crea una inconsistencia significativa, subraya Araya, ya que hacemos uso de dos manos en el día a día, pero no podemos controlar simultáneamente dos cursores en la pantalla, lo que supondría dos ratones, uno para cada mano. Esto le lleva a concluir que la mayoría de las acciones en estos mundos digitales «no son congruentes con las acciones correspondientes en el mundo real» (1997: 11–12).

Este razonamiento aún sigue vigente hoy porque, aunque existen trucos de software para hacer que la computadora muestre la ilusión de dos cursores (o más), uno será siempre *falso* (un sustituto). La mayoría de los sistemas operativos están diseñados para admitir sólo un cursor, y cuando dos ratones están conectados a la misma computadora, solo uno controlará el cursor en la pantalla. Biológicamente, contamos con dos manos (aunque hay excepciones), y por lo tanto, percibimos el uso de ambas manos como algo natural. De manera similar, las computadoras se diseñaron en torno al concepto de un solo cursor, y tras varias décadas esta construcción tecnológica se ha convertido, por defecto, en la norma predeterminada. Como resultado, la mayoría de las personas ahora consideran que operar con un solo ratón o usar un dedo en una pantalla táctil es la manera natural de interactuar con las computadoras.

Por último, vale la pena mencionar un interesante ejemplo propuesto por Araya, quien compara una habitación real con un entorno simulado en el micromundo. Mientras que en la habitación *real*, las cosas están a distancias variables y se pueden agarrar acercándose a su ubicación, en la habitación digital, la pantalla de la computadora acerca todo el espacio al usuario. Aquí, la posición corporal cambia mínimamente porque toda la habitación parece «al alcance de la mano» (1997: 12). Esta reducción de la distancia crea una experiencia visualmente inmersiva, haciendo

que estos mundos virtuales parezcan muy cercanos a nosotros; pero al mismo tiempo permanecen remotos, en el sentido de que no podemos tocar físicamente los objetos, sólo podemos "ordenarles" que se muevan. En este caso, el tacto parece ser el elemento central del debate. Parafraseando a Russell, es a través del «sentido del tacto», y no únicamente a través de nuestras percepciones geométricas o físicas, que desarrollamos nuestro sentido de la realidad (1958: 10).

A la luz de esto, las interfaces hápticas cada vez más sofisticadas pueden abordar algunas de estas cuestiones. Aun así, esta tecnología aún está lejos de cumplir las predicciones especulativas de algunos autores respecto a la RV, profesadas en una abultada bibliografía. No obstante, el uso de interfaces hápticas para fines médicos y quirúrgicos es un campo de investigación abierto muy prometedor.

Por supuesto, la concepción de Araya está interrelacionada con los mencionados lenguajes de programación y no difiere, en esencia, de definiciones anteriores, donde los objetos son básicamente estructuras de datos. Sin embargo, Araya desarrolla planteamientos teóricos novedosos, poniendo especial énfasis en las propiedades ontológicas de los digi-objetos. En sus propias palabras, estos objetos son principalmente «lo que parecen ser para nosotros, y poco más». Para el matemático —cuya postura parece alinearse con el antirrealismo— estos objetos son casi nada; por ello, los llama «seres huecos» (1997: 18).

Brevemente, puede decirse que este artículo es significativo por las siguientes razones: (i) Araya se sitúa en la frontera o interfaz entre la ciencia de la computación y la filosofía, tomando un camino diferente al de sus predecesores, (ii) se aleja de las ontologías computacionales propias de su campo, y (iii) analiza cuestiones formales y empíricas de los digi-objetos, como su naturaleza incorpórea, sus propiedades visuales o su carácter intangible, logrando avances sustanciales. Aunque Araya ofrece una perspectiva desactualizada de los digi-objetos, propia de su tiempo, en muchos sentidos brinda una reflexión mucho más clara y profunda que las interpretaciones más recientes.

3 | ENFOQUES FILOSÓFICOS

Pese a que los digi-objetos han escapado en gran medida al escrutinio filosófico desde sus inicios, ha habido algunas reflexiones tempranas sobre el tema (McCullough, 1996: 155; Floridi, 1999: 7). Bien es cierto que la contribución de Araya (1997) se destaca como particularmente significativa (dentro de su campo), sin embargo estos artefactos merecen un estudio más sistemático y riguroso, y no sólo

un tratamiento incidental. Otra de las contribuciones más sustanciales, proveniente de las ciencias de la computación, es el trabajo taxonómico de Milgram y Kishino (1994), que ya hemos comentado (§2.1).

En conjunto, la década de 1990 puede caracterizarse como un período durante el cual los digi-objetos permanecieron en gran medida ausentes de las discusiones filosóficas. Con el cambio de siglo, este panorama comenzó a cambiar gradualmente, en gran parte debido a los avances en la electrónica digital, el auge de Internet y la creciente integración de dichas tecnologías en la vida cotidiana. Estos avances despertaron un creciente interés entre los filósofos por explorar las implicaciones de los digi-objetos, allanando el camino para estudios más completos en los años siguientes.

3.1 | Primeros esfuerzos filosóficos

Hasta muy reciente no se ha configurado una teoría propia acerca de los digi-objetos y sus implicaciones filosóficas. Este es un tema amplio aún por explorar, que se ha omitido en gran medida dejando un vacío significativo en el discurso tecnológico tanto a nivel ontológico como epistemológico. Si bien el trabajo de pensadores como Yuk Hui ha comenzado a cambiar este panorama, toda filosofía previa se ha mantenido al margen, ofreciendo tan sólo aproximaciones incompletas.

Entre los primeros esfuerzos filosóficos que abordan el tema de los digi-objetos, es importante destacar algunos trabajos precursores de Philip Brey (2003, 2008, 2014) y David Chalmers (2003, 2017, 2019) quienes parecen centrarse, sobre todo, en los objetos virtuales —un subconjunto de los objetos digitales—. En particular, destacan las citadas contribuciones de Yuk Hui (2012, 2016), quien articula un marco para comprender los digi-objetos desde una lente filosófica, haciendo hincapié en sus características únicas y las formas en que desafían las categorías ontológicas tradicionales.

Si bien esta selección no abarca todas las referencias filosóficas que han surgido en las últimas dos décadas, estos trabajos representan algunas de las contribuciones más significativas a la investigación en curso. Consideramos que, junto con el análisis reciente de Bartłomiej Skowron y Paweł Stacewicz (2023), se exploran aquí las cuestiones más relevantes en torno a los digi-objetos. La intersección entre la filosofía y la tecnología digital sigue siendo un campo de estudio vibrante, que continúa evolucionando a medida que nuestra relación con los digi-objetos se profundiza.

3.1.1 | Philip Brey

El profesor Philip Brey examina la naturaleza de la virtualidad y su relación con la realidad en sus artículos (2003, 2008, 2014). En su trabajo, proporciona una visión general de la RV, analizando los diversos sentidos en los que puede considerarse *virtual* y los contextos en los que se cruza con lo *real.* También analiza la estructura ontológica de las entidades sociales dentro de los entornos virtuales, explorando cómo estos espacios digitales influyen en nuestra comprensión de la identidad y las interacciones humanas.

En una primera aproximación, Brey describe los entornos virtuales como «cualquier estructura generada por software que es capaz de contener o funcionar como un entorno para objetos y eventos [también] generados por software» (2003: 270). A esto agrega una descripción ingenua de los tipos de entidades que los usuarios pueden encontrar comúnmente en los mundos virtuales, los cuales «contienen muchos de los mismos tipos de entidades que se encuentran en el mundo real» como: árboles, escritorios, sillas, lápices, perros, dinero, y demás. Cabe matizar que, si bien estas entidades virtuales pueden representar objetos del mundo *real*, no se limitan a la fisicalidad y pueden no tener una contraparte directa en el mundo físico, como «cursores, menús, ventanas o barras de desplazamiento» (Brey, 2003: 276). En sus artículos posteriores (2008, 2014), el profesor Brey reformula estas tesis primigenias.

A menudo, en la era digital, el término *virtual* se utiliza en contraste con lo que se considera *real*. Se suele creer que las cosas virtuales son entidades simuladas en una computadora y, por ende, no son reales, como las cosas físicas. Por ejemplo, las rocas y los árboles virtuales pueden parecer reales, pero debido a que no tienen masa, peso o ubicación identificable en el mundo físico, se consideran ilusiones creadas por procesos eléctricos en microprocesadores. Sin embargo, Brey desafía esta noción y sugiere que esta idea tan extendida de contrastar virtualidad y realidad es errónea; *virtual* no es el opuesto perfecto de *real*, y algunas cosas pueden ser «virtuales y reales al mismo tiempo». Desde su punto de vista operacional, el concepto *virtual* es aquello «creado o transmitido por una computadora» que imita un equivalente *real*, pero según el autor, esto «no necesariamente impide que sean reales» en algún sentido. Un juego de ajedrez virtual, por ejemplo, también es un juego de ajedrez real. Simplemente no se juega en un tablero con piezas físicas (Brey, 2008: 365).

Es importante aclarar que Brey hace una distinción entre objetos digitales y objetos virtuales centrándose su trabajo, sobre todo, en estos últimos. Brey reconoce que objetos como las manzanas virtuales no existen en el mundo físico, pero sí

existen como manzanas en entornos virtuales. Al igual que las manzanas de «arcilla o de plástico», que también existen como imitaciones de manzanas *reales* (2014: 43). Podría decirse que los objetos virtuales son inmateriales y, por lo general, no están claramente ubicados en el mundo físico, por lo que en realidad no existen. Aunque puede objetarse nuevamente que los objetos virtuales son generados por sistemas informáticos y tienen una base física subyacente. Como bien explica el autor:

> Las estructuras de datos utilizadas por los programas de software consisten en cadenas de símbolos que finalmente se representan en forma de bits y bytes. Muchos de estos símbolos permanecen invisibles para los usuarios, ya que son *código de máquina* que es interpretado por la máquina (2014: 44).

Tales estructuras simbólicas, bits y bytes calculados por la computadora, pueden hacerse accesibles a los usuarios como «objetos que pueden manipular». Por lo general, se hacen «visibles en la pantalla», donde se presentan mediante un icono (por ejemplo, uno que representa una carpeta) o una cadena de símbolos (por ejemplo, "prog.exe" que representa un programa). Estas «estructuras simbólicas» son lo que Brey denomina objetos digitales. Se trata de «estructuras persistentes, unificadas y estables con atributos y relaciones con otros objetos» que los agentes pueden utilizar y con los que pueden interactuar. Por lo tanto, podemos definir pragmáticamente los digi-objetos como una categoría más amplia, cuya unidad y consistencia operativa están respaldadas por «el hardware y el software subyacentes» (Brey, 2014: 44). Por otra parte, los objetos virtuales son una clase de «objeto digital que se representan gráficamente como objetos» en un espacio bidimensional o tridimensional, y con los que «se puede interactuar a través de una interfaz de computadora», como las carpetas virtuales y los personajes de un videojuego (Brey, 2014: 53).

Como se ha manifestado de manera activa, los digi-objetos abarcan una categoría más amplia que incluye cualquier tipo de estructura de datos gestionada por una computadora. Se manipulan mediante software y, en muchas ocasiones, permanecen invisibles para los usuarios hasta que se representan visualmente. Los objetos virtuales, por otro lado, son un subconjunto específico de objetos digitales que tienen una representación gráfica y con los que interactuamos a través de interfaces digitales. Estos objetos imitan objetos físicos y permiten a los usuarios interaccionar con ellos «de manera similar» a como lo hacen con los objetos físicos reales (Brey, 2014: 44). Siguiendo esta concepción, no todos los objetos digitales califican como objetos virtuales, ya que no necesariamente tienen una representación visual; sin embargo, todos los objetos virtuales son, en efecto, objetos digitales.

A pesar de esta distinción formulada por Brey, la relación entre ambos conceptos es intrínsecamente interdependiente, lo que indica que la frontera entre ellos a menudo puede difuminarse. Desde nuestra perspectiva, concebimos los digi-objetos en un sentido amplio, reconociendo su existencia independientemente de su representación gráfica (ya sea en entornos inmersivos o no). Esta comprensión enfatiza que la existencia de los digi-objetos depende fundamentalmente del hardware y el software subyacentes, y no de la experiencia particular que un agente humano pueda tener de ellos.

Brey también distingue entre dos tipos de objetos virtuales: simulaciones y reproducciones ontológicas. Cuando x es virtual y logra imitar a x *real*, pero no es x *real*, se trata de una simulación por computadora. Es decir, más detalladamente, son versiones virtuales de entidades del mundo real que comparten similitudes perceptivas y funcionales semejantes, pero que carecen del valor pragmático y de los efectos equivalentes en el mundo real. Por ejemplo, una cerveza virtual es necesariamente una mera simulación de una cerveza real: puede parecerse mucho a una real, y puedes fingir beberla, pero no proporciona ningún sabor y tampoco puede «emborracharte» (2008: 366). Pero cuando x es virtual, y logra tener prácticamente los mismos efectos en la realidad que x *real*, entonces se trata de una reproducción ontológica. A esto, Brey añade:

> Las reproducciones ontológicas son imitaciones informáticas de entidades del mundo real que tienen (casi) el mismo valor o efectos pragmáticos que sus contrapartes del mundo real. Por lo tanto, tienen un significado en el mundo real que se extiende más allá del dominio del entorno virtual y que es aproximadamente igual al de su contraparte física (2008: 365–366).

Para distinguir las reproducciones ontológicas de las simulaciones, Brey utiliza una concepción basada en la ontología social de Searle (1995). Las rocas y árboles virtuales normalmente no se interpretan como rocas y árboles *reales*, sino como simulaciones de rocas y árboles. En este sentido, los objetos virtuales pueden ser reconocidos, según Brey, como irreales, pero por otro lado, existen objetos virtuales que son aceptados como partes integrales del mundo y considerados socialmente tan reales como sus contrapartes físicas.

Estos fenómenos dependen de una «realidad institucional» (Searle, 1995: 57), que requiere que las personas traten socialmente un objeto de una manera particular. Por ejemplo, un documento electrónico en una computadora es tan real como un documento en papel en el mundo físico: se puede «mover, perder y destruir», y en la mayoría de los casos realiza las «mismas funciones» (2003: 277). Otro ejemplo arquetípico es el dinero digital, que es tan real como el dinero físico. Por tanto, las

apuestas en línea pueden tener «las mismas consecuencias devastadoras» que tienen en un «casino físicamente real» (2003: 271).

Así, como señala Brey, ciertas entidades sociales y culturales pueden reproducirse ontológicamente en las computadoras. Esto es posible porque los sistemas informáticos son sistemas físicos con la capacidad de modelar artefactos virtuales de tales entidades. Si bien no es posible, según Brey, que los sistemas informáticos puedan reproducir entidades físicas que tengan masa, pueden reproducir ontológicamente ciertas entidades «ingrávidas», como «imágenes, sonidos, formas y colores» (2003: 278). Sin embargo, es importante tener en cuenta los avances tecnológicos que han surgido desde que Brey escribió su artículo, en particular el desarrollo de la impresión 3D[13].

El profesor Brey también establece un paralelismo entre los objetos virtuales y los objetos ficticios. Ambos requieren una suspensión de la incredulidad, ya que los usuarios deben interactuar con ellos como si fueran *reales*. La existencia y los atributos de los objetos virtuales a menudo dependen de la narrativa del creador, al igual que los personajes o elementos de las historias o películas, donde los hechos que los rodean «se vuelven verdaderos por decreto de su creador» (2014: 45).

En general, el trabajo de Brey ofrece una exploración bien fundamentada de las complejidades que rodean a los digi-objetos. Se aborda la dicotomía entre lo *real* y lo *virtual*, sugiriendo que, si bien los objetos virtuales no son *reales* en un sentido físico, considerarlos en oposición a los objetos reales (físicos) supone una equivocación. Este enfoque cuenta con nuestro respaldo.

A pesar de los esfuerzos del autor por delinear la frontera entre los objetos digitales y los virtuales, la nebulosidad inherente a esta distinción persiste. Concediendo que ambos términos pueden tener definiciones y contextos propios, están intrínsecamente interconectados y suelen superponerse.

Los digi-objetos se entienden como estructuras de datos que existen en formato digital y que no necesariamente tienen una representación gráfica específica. Por otro lado, los objetos virtuales —típicamente tridimensionales, aunque también bidimensionales en el marco de Brey— están diseñados para cumplir «funciones particulares» y suelen estar equipados con «posibilidades interactivas específicas» (Brey, 2014: 44-45). Estos objetos según Brey tienen un estatus ontológico más

[13] Mediante la técnica de impresión 3D es posible reproducir un objeto físico tridimensional a partir de un modelo digital (algo que el Brey parece no tener en cuenta). Se puede hacer en una variedad de procesos en los que el material se deposita y se une bajo el control de una computadora. Sin embargo, aunque estas impresoras 3D ya existían en la década de 1980, en aquel momento su precio era desorbitado. Solo en los últimos años han alcanzado un nivel de calidad decente y un precio asequible para la mayoría de las personas.

complejo y requieren siempre un entorno digital o simulado para su existencia y percepción. Esta necesidad implica una capa adicional de interacción y representación, junto con la mediación de un agente humano.

Nuestro enfoque es fundamentalmente realista y postula que los digi-objetos existen dentro de los sistemas informáticos, independientemente de los agentes conscientes. Esta perspectiva, que desarrollaremos en detalle, enfatiza que los digi-objetos (que incluyen a los objetos virtuales), compuestos de datos y códigos, poseen un tipo de existencia que no depende de la percepción o la interacción humanas.

En definitiva, la idea clave que debe quedar satisfecha es que los objetos virtuales son, en esencia, manifestaciones de estructuras de datos digitales subyacentes. Por lo tanto, si bien nuestra investigación abarca hasta cierto grado los objetos virtuales, nuestro enfoque es más amplio y posiciona a los digi-objetos como los elementos fundamentales que sustentan y dan lugar a las experiencias virtuales.

3.1.2 | David J. Chalmers

El físico John Wheeler, en un influyente artículo (1989), deslizó la idea de que los bits de información forman la base de la realidad, sugiriendo que cada elemento del mundo físico está fundamentado en una fuente y explicación intangible. Esta idea se resume elegantemente en el lema: «It from bit» [Hecho de bit]. Esto implicaría que la física, y en particular la física cuántica, no trata realmente de la realidad, solo es la mejor descripción de lo que se observa (Thomas, 2015).

En 2003, el filósofo Nick Bostrom amplió este horizonte al plantear la hipótesis de que podríamos estar viviendo en una simulación por computadora. Un mundo simulado reforzaría la «visión de Wheeler sobre la primacía de la información» (Greene, 2011: 330). La afirmación de Bostrom comparte similitudes estructurales con el argumento del Juicio Final del astrofísico Brandon Carter (1983), aunque es más débil y exigente.

Casi simultáneamente, el filósofo David J. Chalmers se hizo eco de la idea de Bostrom y presentó una visión en este sentido: la hipótesis de Matrix (2003). Chalmers utiliza la película *Matrix* (1999) como vehículo para desarrollar un escenario escéptico sobre el mundo exterior, como la hipótesis del genio maligno cartesiano o el cerebro en una cubeta. Sugiere que, al igual que Neo al principio de la película (cuyo cerebro está encubetado), podríamos existir en una matriz sin saberlo. En consecuencia, la realidad no sería *real*; sino parte de un mundo diseñado

artificialmente por computadora que simula esta realidad en la que la gente cree vivir. Si bien Chalmers no afirma saber que estamos viviendo en una simulación digital, sí cree que esta posibilidad debe tomarse en serio (conviene subrayar que en términos popperianos, tanto la hipótesis de Bostrom como la de Chalmers son infalsables).

Esta hipótesis —que parece ciertamente descabellada— se enmarca dentro del escepticismo radical. Como se puede intuir, nos encontramos en una posición más inclinada a aceptar argumentos epistemológicos del tipo "aquí hay una mano" (Moore, 1939) que escenarios escépticos como un cerebro en una cubeta (Harman, 1973; Putnam, 1981). Además, el argumento escéptico del cerebro encubetado (incluso en una formulación reforzada) puede ser refutado utilizando una explicación realista directa de la percepción (Huemer, 2000).

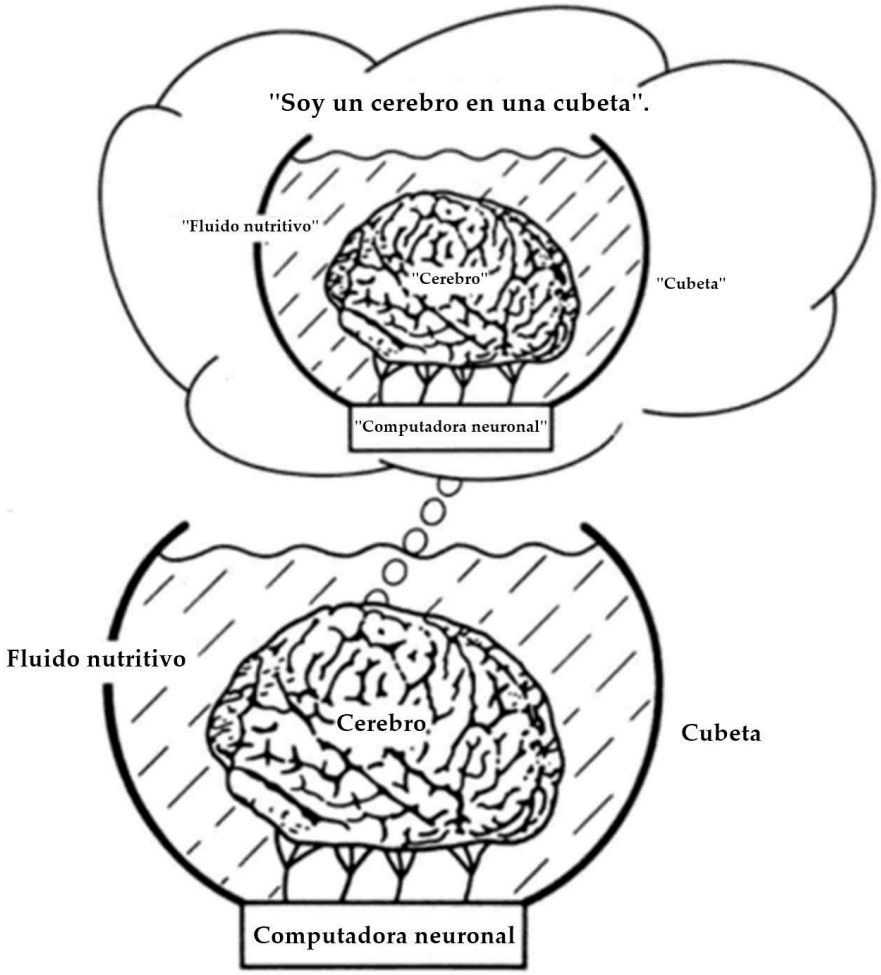

Fig. 5 — Cerebro en una cubeta pensando que es un cerebro en una cubeta (Mainzer, 1996).

El escenario representado en *Matrix*, que implica una RV perfecta y permanente, se postula como una forma de hipótesis metafísica (Chalmers, 2003). En su análisis, a través de una serie de objeciones (§7), Chalmers ofrece una definición prototípica de

los objetos digitales en un contexto que, en principio, se centra en entornos virtuales, razón por la cual, emplea el término objetos virtuales. El filósofo define estos objetos como «entidades constituidas por procesos computacionales [...] hechas de bits». A esto le sigue, una definición más extensa:

> Si el ser *encubetado* está conectado a una simulación [por] computadora, entonces los objetos a los que se refiere están constituidos por patrones de bits dentro de la computadora. Podríamos llamar a estas cosas objetos virtuales (2003: §7.4).

Reflexionando sobre la ontología de los objetos virtuales, Chalmers admite que podría argüirse que tales objetos no existen realmente, ya que las mesas y sillas virtuales, por ejemplo, no corresponden a ningún objeto físico *real*; existen únicamente como representaciones digitales dentro de un sistema informático. En esta línea, las manos virtuales no son manos *reales* (en el sentido físico), pero «existen dentro de la computadora de todos modos». Sin embargo, si aceptamos la posibilidad de estar en una matriz, Chalmers sostiene que esas «manos reales» estarían «hechas de bits» y, por ende, serían manos virtuales (2003: §7.5). Es decir, si se estuviera realmente en una simulación por computadora, las «mesas y sillas» serían objetos perfectamente reales: digi-objetos hechos de bits.

En un artículo posterior (2017), Chalmers propone dos enfoques que empaquetan las visiones más comunes en torno a la realidad virtual. Un primer enfoque denominado *realismo virtual*, ligeramente inspirado en el trabajo homónimo de Michael Heim (1998), que afirma que:

(i) Los objetos virtuales realmente existen.
(ii) Los eventos en la RV realmente tienen lugar.
(iii) Las experiencias en la RV implican una percepción no ilusoria.
(iv) Las experiencias virtuales son tan valiosas como las experiencias no virtuales.

Y un segundo enfoque denominado *irrealismo virtual*, que se contrapone al anterior:

(i) Los objetos virtuales en realidad no existen.
(ii) Los eventos en la RV no ocurren realmente.
(iii) Las experiencias en la RV son ilusorias.
(iv) Las experiencias virtuales son menos valiosas que las experiencias no virtuales.

Chalmers explora más a fondo las implicaciones de una RV perfecta y permanente como la que se muestra en la película *Matrix*. Si la hipótesis que plantea el pensador fuera cierta —vivimos en una especie de matrix [matriz]—, entonces las mesas y sillas *reales* serían digi-objetos hechos de bits (2003). En un escenario así, se aplicarían los cuatro principios del realismo virtual. Esto pone de relieve la importancia del sustrato digital que crearía una realidad en la que los objetos y los acontecimientos virtuales serían indistinguibles de los del mundo físico.

Chalmers desarrolla su particular versión del realismo virtual que denomina *digitalismo virtual* y que es la «combinación» de (i) y (ii). Por tanto, defiende que: (i) los objetos virtuales existen realmente y son objetos digitales; y (ii) los mundos virtuales son en gran medida eventos digitales que realmente tienen lugar (2017: 311).

Chalmers define los objetos virtuales como «objetos digitales, constituidos por procesos computacionales en una computadora». En una primera aproximación, pueden considerarse «como estructuras de datos», que se basan en «procesos computacionales que a su vez se basan en procesos físicos en una o más computadoras». En una segunda aproximación, Chalmers menciona que también podrían sugerirse relaciones más sutiles entre objetos virtuales y objetos digitales, de manera similar a la relación existente entre un objeto físico, como una estatua, y su entidad física subyacente, un trozo de arcilla (2017: 317). Según Kripke, una estatua «no es la estructura de materia» que la compone; así, la estatua y el trozo de arcilla vienen a ser dos objetos, y no uno (1980: 145; Putnam, 1982). Otra posible interpretación más realista de este conocido rompecabezas (no entraremos en detalles aquí) sería la de que la identidad de los objetos está estrechamente vinculada a su composición material. En este caso, la estatua y el trozo de arcilla serían, en un nivel fundamental, la misma sustancia física[14].

Chalmers observa que «los objetos virtuales no parecen objetos digitales» (al menos para el usuario ingenuo) y, por lo tanto, puede resultar sorprendente descubrir que los objetos que se ven y con los que se interactúa en la RV «son objetos digitales basados en chips diminutos en servidores informáticos». En consecuencia, no se puede saber que los objetos virtuales son objetos digitales con «sólo mirarlos o pensar en ellos», es necesario saber acerca de los «procesos subyacentes» (2017: 319–320).

Por un lado, Chalmers es un continuador del principio de Sutherland, de ahí que

[14] A este enfoque realista, con el que nos alineamos, cabría añadir que nuestra comprensión de entidades como estatuas y trozos de arcilla no se limita únicamente a su estructura material. También se tiene en cuenta cómo las categorizamos y nos referimos a ellas según sus funciones, propósitos y nuestras prácticas lingüísticas.

subraye la posibilidad de que, con el tiempo, surja una RV casi «indistinguible» de la «realidad física ordinaria» (2017: 342). Pero, por otro lado, admite que la RV es *real*, en el sentido de que las «entidades que aparecen en ella existen realmente» (2022: 105–123). De hecho, una de las tesis centrales de Chalmers, consiste en sostener que la RV constituye una forma de realidad genuina (2017, 2022)[15]. Señala que las personas a menudo contrastan los objetos virtuales con los objetos reales, como si «los objetos virtuales no fueran verdaderamente reales» (2017: 309). En particular, hace especial hincapié en subrayar que los objetos virtuales son, de hecho, digi-objetos reales, aunque su naturaleza ontológica difiera de la de los objetos físicos. Recientemente, en una entrevista, el filósofo ofreció una clara y concisa explicación que resume su visión digitalista (realista), posición que respaldamos:

> Lo que quiero decir es que lo que sucede en la realidad virtual es perfectamente real. Los objetos que encuentras en los mundos virtuales son perfectamente reales. Son objetos digitales. Están hechos de procesos computacionales o, ya sabes, hechos de bits y demás que se ejecutan en una computadora, pero eso no los hace menos reales [...] Están ahí afuera independientemente de nosotros. No son ilusiones. Puedes interactuar con objetos digitales del mismo modo que podemos interactuar con objetos físicos. [...] La realidad digital y la realidad física son diferentes, pero la realidad virtual no es menos real (Mason, 2022: resp. 3).

Además, cabe resaltar nuevamente el hecho, de que no todos los digi-objetos tienen contrapartes físicas en el mundo *real*. Siguiendo el ejemplo de Chalmers, no hay dragones físicos (criaturas míticas), pero sí hay numerosos dragones virtuales, es decir, digi-objetos que existen «dentro de las computadoras» (2017: 320). En un sentido similar, podría mencionarse que un objeto digital correspondiente a «una mesa cuadrada en un mundo virtual» probablemente no es cuadrado en el sentido ordinario, pero es «virtualmente cuadrado», incluso si no es geométricamente estricto (2017: 323).

La postura de Chalmers se contrapone al *ficcionalismo virtual* (su mayor competencia), que afirma que los mundos virtuales son ficticios, al igual que los objetos que pueden encontrarse en ellos (aunque otros teóricos niegan que sean ficticios, suelen atribuirles el estatus de irreales). Chalmers, por su parte, reconoce que el ficcionalismo es «una tesis especialmente natural» para los mundos virtuales presentes en los videojuegos, como los basados en las obras de Tolkien y

[15] El planteamiento de Chalmers se centra en comunidades virtuales como *Second Life* y juegos de rol en línea (RPG) del tipo *World of Warcraft*. Sostiene que la RV no implica necesariamente una percepción ilusoria. Los usuarios de la RV (actualmente disponible), incluso si están equipados con un dispositivo caro y aparatoso que incluya guantes de datos y cascos (HMD), no creen realmente estar en el lugar que la pantalla les muestra. Esta conciencia no disminuye el valor de sus experiencias; más bien, los procesos mentales involucrados son distintos y pueden ser significativos por sí mismos.

ambientados en la Tierra Media (2017: 315).

El primer argumento del filósofo en apoyo a su tesis, tiene que ver con los «poderes causales» de los digi-objetos. Los objetos virtuales —en referencia a los objetos contenidos en «los mundos virtuales que (parecemos) percibir» como avatares, edificios o armas virtuales— tienen «ciertos poderes causales» para afectar a otros objetos virtuales (2017: 314). Por ejemplo, un bate de béisbol virtual sólo parece afectar a la pelota virtual (Chalmers, 2022). Sin embargo, son los digi-objetos (hechos de bits) los que realmente tienen los poderes causales relevantes (y nada más los tiene).

El otro argumento, estrechamente relacionado, se refiere a la percepción. Cuando utilizamos la RV, «percibimos (sólo) objetos virtuales». Estos objetos que percibimos son «la base causal de nuestras experiencias perceptivas» en dichos entornos. Dado que son los digi-objetos los que producen estas experiencias, se deduce que los objetos virtuales deben ser digi-objetos (Chalmers, 2017: 318; Beisbart, 2019: 6).

En este punto es importante recordar que, como señala Philip Brey, x virtual es (aparentemente) x *real* si y sólo si es de tipo institucional (como el dinero), es decir, constituido por convenios sociales. Chalmers cree que la afirmación de «si y sólo si» podría no ser del todo correcta. Para ello pone el ejemplo de cómo «una calculadora virtual es [en esencia] una calculadora», al menos si se entiende que la versión virtual simula todos los detalles de la versión *real*. En tales casos, sostiene Chalmers, podemos afirmar que el objeto digital correspondiente a x virtual no es sólo x virtual; es realmente x (2017: 325).

Estas ideas pronto provocaron diversas respuestas, incluida una sofisticada contrapropuesta de McDonnell y Wildman (2019), quienes defienden un ficcionalismo virtual basado en el trabajo de Kendall Walton (1990). En su artículo, distinguen dos tipos de digitalismo virtual: por un lado, una versión que identifica o considera idénticos los objetos digitales y virtuales, el *digitalismo virtual fuerte*, y por otro, un *digitalismo virtual débil*, que rechaza dicha identificación y opta por una relación de dependencia en la que estos últimos dependen de los primeros.

Aunque la idea central de ambas variantes sigue siendo básicamente la misma: «los objetos virtuales son entidades» cuya existencia se deriva de la existencia de «objetos digitales más fundamentales» (2019: 373-374). McDonnell y Wildman parecen considerar a los objetos virtuales cómo ficciones *waltonianas*, y argumentan en contra de las dos versiones de la posición digitalista —débil y fuerte—.

En respuesta, en otro artículo coetáneo (2019), Chalmers agrega nuevos detalles y distingue diferentes sentidos de los digi-objetos. En un primer sentido, el más estricto, un objeto digital es un bit (0/1 en un sistema computacional), en un segundo

sentido, un objeto digital es una «estructura de datos» (una entidad computacional compuesta de bits), en un tercer sentido, cualquier objeto «basado en estructuras de datos», y en un cuarto sentido, Chalmers incluye objetos que se fundamentan tanto en estructuras de datos (y/o bits) como en «propiedades mentales» (2019: 456).

Una ambigüedad similar se percibe en los objetos físicos. Por ejemplo, en el sentido más estricto, un objeto físico fundamental puede ser un átomo, en un sentido intermedio, un objeto físico puede ser una roca (compuesta de átomos), mientras que en un sentido más amplio un objeto físico puede basarse en objetos físicos fundamentales y estados mentales, como por ejemplo, un billete de un dólar[16].

Con un espíritu similar, se podría distinguir entre *objetos digitales estrictos* (bits y quizás estructuras de datos) y *objetos digitales amplios* (objetos basados en ellos y quizás en estados mentales).

Los entornos virtuales, como *Second Life* o *World of Warcraft*, involucran no solo estructuras de datos complejas, que generalmente son representaciones de información binaria (bits), sino también la participación activa de usuarios humanos. En consecuencia, muchos objetos virtuales se fundamentan, en parte, en la percepción y las interacciones de estos usuarios, quienes los experimentan a través de la realidad virtual "propiamente dicha".

El dilema teórico que se plantea es el siguiente: por un lado, Chalmers sostiene que cuando percibimos objetos virtuales, en esencia «percibimos objetos digitales», ya que estos causan nuestras experiencias perceptivas; por lo tanto los objetos virtuales son objetos digitales (2019: 471). Por otro lado, también reconoce que los objetos digitales y virtuales pueden considerarse «idénticos» (2019: 470).

El argumento de Chalmers en realidad parece bastante simple: (i) los objetos virtuales están hechos de bits porque son causados por objetos digitales hechos de bits, y (ii) los objetos digitales son los que percibimos propiamente porque causan los objetos virtuales que percibimos. Pero ¿hasta qué punto esta distinción es significativa? Empieza a desdibujarse tan pronto como reflexionamos sobre ella.

Es importante aclarar que, si bien el ficcionalismo virtual acepta la existencia de digi-objetos, considera que los objetos virtuales son, en gran medida, ficciones. Nos oponemos a las distinciones conceptuales tajantes entre objetos digitales (los datos y procesos subyacentes) y objetos virtuales (los fenómenos experienciales). En lugar de

[16] Se puede establecer la popular distinción entre átomos y bits, o entre una roca (en el sentido físico) y una roca digital. Aunque esta roca digital remite en paralelo a la roca *real*, esta última está más estrechamente relacionada con el suelo que la sostiene que con la roca digital. A su vez, dicha roca digital, lo está más estrechamente con la infraestructura informática en la que se ubica. Esta distinción es bastante más pragmática que la oposición clásica de bits versus átomos. En última instancia, los bits mismos están representados por componentes físicos hechos de átomos.

ello, proponemos categorizar los digi-objetos en varios grados o tipos según sus características y funciones.

Los objetos virtuales que percibimos son representaciones digitales creadas a partir de bits de datos. Estos bits, que sirven como bloques fundamentales de información, son procesados por software para crear objetos y entornos digitales, ya sean inmersivos o no. En esencia, lo que se ve y se experimenta en la RV —ya sea un paisaje virtual, un avatar humano *realista* (conocido como *humano digital*) o elementos interactivos— son construcciones generadas digitalmente por algoritmos complejos y motores gráficos. Esta tecnología se compone fundamentalmente de bits y bytes, lo que implica que los objetos virtuales son, en última instancia, digi-objetos.

Aunque esta distinción semántica puede tener un trasfondo pragmático con implicaciones específicas en diversos contextos, especialmente cuando el autor desea centrarse en entornos virtuales inmersivos, la diferencia entre *virtual* y *digital* es, en última instancia, un asunto trivial. De hecho, ambos términos se han utilizado a menudo indistintamente en el ámbito académico. Los recursos virtuales son, en esencia, una manifestación de la tecnología digital. Si bien no podemos entrar en matices más elaborados, es vital señalar que, excluyendo aspectos que no son estrictamente digitales —como la creación de mundos imaginarios o conceptos abstractos que existen solo en la mente—, puede afirmarse que lo *virtual*, en el contexto contemporáneo, surge a partir de lo *digital*. En este sentido, nos alineamos a grandes rasgos con la postura defendida por Chalmers.

Si bien su posición (más profunda que exhaustiva) es a veces ambivalente a pesar de los sofisticados argumentos que aduce, aborda cuestiones cruciales, como la necesidad de una expansión de la noción de realidad. Su perspectiva digitalista apoya la tesis de que los digi-objetos pueden considerarse reales; una visión que compartimos, siempre que esto no implique un salto a la metafísica. A través de las contribuciones de Chalmers, esperamos haber arrojado luz —a veces quizás de manera reiterativa— sobre la distinción algo fútil entre objetos virtuales y digitales, y hayamos aclarado igualmente algunos aspectos importantes que convendrá tener en cuenta más adelante.

3.1.3 | Bartłomiej Skowron y Paweł Stacewicz

Una investigación reciente y relevante sobre digi-objetos, que merece un análisis más detallado, es la realizada por Bartłomiej Skowron y Paweł Stacewicz (2023). En su estudio, los objetos digitales se denominan «objetos virtuales computacionales»

(CVO, por sus siglas en inglés). No obstante, los autores reconocen que este término es básicamente sinónimo de «producido por computadora» o simplemente «digital» (2023: 2). Por este motivo, en esta subsección utilizaremos tanto los términos previamente empleados como la designación que proponen: CVO.

Puesto que estos pensadores pretenden abordar una categoría significativamente amplia, los digi-objetos aquí incluyen: sitios web, sistemas operativos como Windows o Android, motores de búsqueda como Google, tiendas en línea, mapas virtuales, libros electrónicos, criptomonedas, chatbots, hologramas digitales, plataformas de video como YouTube o Vimeo, redes sociales como Facebook o Instagram, enciclopedias como Wikipedia, Gmail y otros sistemas de correo electrónico, almacenamiento en la nube como Dropbox, y plataformas en línea como *Second Life* o *Minecraft*; aunque también abarcan CVO «altamente complejos» como la RV, que ofrecen a los usuarios experiencias *realistas* e inmersivas (Skowron, 2020: 621; Skowron y Stacewicz, 2023: 3).

Los autores destacan que, si bien es difícil identificar un único aspecto definitorio de los CVO, estas existencias se basan fundamentalmente en «modelos específicos de computación, tanto en el sentido de Turing» como en relación con «otros modelos de computación», como la computación cuántica (Skowron, 2020: 621). Esto sugiere que existen varios marcos teóricos para delinear los modelos elementales de procesamiento de datos que son compatibles con diferentes procedimientos computacionales[17]. El modelo de Turing, que es la base de la computación clásica, funciona según los principios descritos. En cambio, la computación cuántica introduce el concepto de cúbits, que pueden existir en múltiples estados simultáneamente debido a la superposición, lo que permite capacidades de procesamiento muy diferentes[18].

Los filósofos recién han comenzado a explorar la naturaleza de estos objetos y a menudo se dividen en varios grupos, entre los cuales destacan dos: los realistas y los ficcionalistas (abordados en la subsección anterior). Los realistas, como David Chalmers (2017), sostienen que los digi-objetos son, en efecto, *reales* y forman parte del mundo. Por el contrario, los ficcionalistas, representados por pensadores como McDonnell y Wildman (2019), aunque aceptan la existencia de digi-objetos

[17] Es importante aclarar que Skowron y Stacewicz adoptan una interpretación amplia del término: *modelo de computación*. No limitan su alcance a los modelos estándar que se adhieren a la tesis de Church-Turing o que son ampliamente equivalentes a la máquina universal de Turing (MUT).

[18] La computación cuántica —aún en fase experimental— utiliza los principios de la mecánica cuántica para procesar y almacenar datos de manera significativamente diferente a la computación tradicional. Emplea cúbits (bits cuánticos), que pueden estar en un estado de superposición, permitiendo representar simultáneamente los valores 0 y 1.

(asociados a procesos subyacentes), argumentan que los objetos virtuales son, en gran medida, ficciones *waltonianas*. Skowron y Stacewicz proponen una tercera vía, sugiriendo que los digi-objetos «no son ni reales ni ficticios». Esta tesis se sitúa en un terreno intermedio «entre realidad y ficcionalidad», sugiriendo que los digi-objetos poseen características de ambas categorías (2023: 2).

Es importante destacar que Skowron y Stacewicz afirman que los CVO, al igual que otros artefactos, son «creados por los seres humanos». Estos artefactos dependen completamente de los *actos de conciencia* (en el sentido propuesto por Ingarden) que les otorgan significado y vida —sus características están dadas por sus creadores—. Más específicamente, son objetos intencionales moldeados por la conciencia humana (2023: 2). Adicionalmente, aseguran y recalcan que los CVO tienen «su base existencial en procesos computacionales», que están enmarcados dentro de un entorno de «objetos matemáticos ideales», a saber: los «modelos matemáticos de computación» y sus ideas (2023: 4).

Una vez esbozados algunos puntos clave, conviene explicitar la definición a la que se adscriben. Skowron y Stacewicz proponen considerar los CVO como objetos intencionales, idealmente precondicionados y fundamentados mediante procesos computacionales. También reiteran la idea —discutida aquí anteriormente— de que a veces los CVO emulan a otros objetos no computacionales (naturales o creados humanamente). Esto se plasma con el ejemplo de una tienda en línea cuya apariencia y operatividad se controlan mediante procedimientos computacionales, pero sus funciones (vender bienes) son las mismas que las de una tienda tradicional.

Paralelamente, también sostienen que los digi-objetos pueden exhibir distintos grados de virtualidad según la "naturalidad" de los procesos computacionales en los que se basan. En concreto, proponen un enfoque gradacional —a modo de *scala naturae*[19]— en el que, a mayor dependencia de técnicas de «computación natural» inspiradas en procesos de la naturaleza (como redes neuronales, algoritmos evolutivos, computación molecular basada en ADN, computación cuántica, etc.), más *real* y, por ende, menos *virtual* se considera el objeto. Así pues, cuanto más se apoyen en dichos procesos y, por tanto, cuanto más cálculos naturales impliquen para realizar sus funciones, más alineados estarán con la realidad en lugar de con la virtualidad (2023: 23).

El propósito de Skowron y Stacewicz aquí es elaborar más detalladamente las tesis anteriores, como la intencionalidad y la gradacionalidad de los CVO,

[19] Escala jerárquica de seres, que se remonta a la *Historia Animalium* de Aristóteles, con diferentes grados o niveles: el grado más alto corresponde a lo espiritual (Dios), lo más real; y el grado más bajo a lo material (minerales), lo menos real.

recurriendo a la ontología fenomenológica —en particular de Ingarden, pero también de Husserl—, con vistas a lograr una perspectiva más completa de estos objetos.

Los CVO tienden (por lo general) a ser tratados como irreales o ficticios. Pero incluso si no son reales, participan en relaciones causales reales. Probablemente, nadie negará el hecho de que estos objetos permean el mundo *real* y, de hecho, lo están modificando a un «ritmo vertiginoso» (Skowron y Stacewicz, 2023: 5).

Skowron y Stacewicz se oponen tanto al monismo existencial, que postula un único tipo de fundamento según el cual un objeto existe como *real* o simplemente «no existe en absoluto», como a la metafísica dualista (su opuesto), que solo considera dos tipos de existencia. Ambos enfoques son considerados insuficientes para abarcar la complejidad de los digi-objetos (2023: 4).

En cambio, la ontología de Ingarden (el enfoque que adoptan) es un «sistema abierto», que no es «ni específicamente idealista, realista, ficcionalista ni estructuralista». Este marco ontológico da cabida a múltiples perspectivas de manera simultánea, permitiendo, por tanto, una expansión y adaptación continuas (2023: 6). Siguiendo la línea de pensamiento de Ingarden, Skowron y Stacewicz determinan que, para hacer visibles los numerosos y variados aspectos de los digi-objetos, es necesario un «pluralismo metafísico» que explore los múltiples modos de existencia y, como tal, sirva como marco teórico para el presente análisis (2023: 4).

En sus investigaciones, Ingarden desarrolla una «ontología existencial», cuyo propósito es definir el «modo de existencia» de los diversos objetos desde una perspectiva fenomenológica (Skowron, 2020: 632)[20]. Este marco distingue dos categorías principales: por un lado, los objetos autónomos individuales, como un objeto monádico (p. ej., Dios), objetos ideales (p. ej., el cubo de Hilbert) y objetos reales (p. ej., un coche autónomo), y por otro lado, los objetos puramente intencionales, que son objetos individuales no autónomos (Majewska, 2002). Por ejemplo, una obra musical es un objeto intencional que posee un modo de existencia no independiente, que se basa en actos de conciencia, es decir, existe en la mente y en el contacto entre mentes.

En el momento de su creación, al igual que la sinfonía «Praga» de Mozart, los CVO se clasifican como objetos intencionales cuyos modos de existencia se relacionan con un perceptor; por lo tanto, «ciertamente no son reales» ya que son «existencialmente heterónomos» (Skowron, 2020: 623). Sin embargo, debido a su

[20] Según Roman Ingarden, todo objeto puede analizarse a través de tres aspectos fundamentales: materia, forma y existencia. De acuerdo con nuestros intereses aquí, nos centraremos en el aspecto de la existencia, ya que consideramos que es el más relevante.

carácter gradacional, en particular en lo que respecta a las implicaciones de los cálculos que involucran sustratos naturales —esto es, computación natural—, estos objetos pueden volverse cada vez más autónomos o *reales.* A medida que se vuelven más «existencialmente autónomos», también adquieren un mayor grado de *realidad*. Esto explica, según Skowron y Stacewicz, por qué los digi-objetos se sitúan en una zona liminal entre la realidad y la ficción (2023: 25).

En síntesis, sostienen que los CVO son creaciones humanas y, por consiguiente, no son «existencialmente» originales. Su fuente de existencia surge de los «actos de conciencia de sus creadores», ya que sin estos actos no existirían, aunque están fundamentalmente arraigados en procesos computacionales (2023: 12-13). Además, plantean un punto importante:

> La ciencia de la computación, que proporciona un marco teórico para diseñar y construir los CVO, tiene en sí misma una naturaleza dual. Por un lado, es en parte una ciencia formal relacionada con las matemáticas y, por tanto, con el ideal, y por otro lado, también es en parte una ciencia técnica orientada a la construcción de dispositivos físicos, que son principalmente computadoras, por tanto, es cercana a lo real (Skowron y Stacewicz, 2023: 16).

Skowron y Stacewicz ofrecen una discusión detallada sobre la distinción entre el modelo Turing o digital, que se captura formalmente a través de la MUT, y los modelos no digitales, que incluyen «varios tipos de hipercomputación» que pueden proporcionar resultados que no son Turing-computables (2023: 4). Entre estos modelos no digitales, la mencionada computación cuántica se destaca como el camino más prometedor con empresas como Google e IBM dando pasos en esta dirección. Sin embargo, la viabilidad de implementar físicamente tales cálculos sigue siendo un tema de intenso debate.

Siguiendo la taxonomía de modos de existencia propuesta por Ingarden, estos filósofos no sólo tienen en mente los CVO de tipo propiamente digital o analógico (dependiendo del modelo de computación involucrado), sino también los CVO cuánticos. En este sentido, el marco que proponen es lo suficientemente amplio como para abarcar elementos que se adhieren a «múltiples modelos diferentes de computación», incluyendo CVO no digitales, a pesar del escepticismo respecto a la viabilidad de su realización física, una preocupación que los autores reconocen (Skowron y Stacewicz, 2023: 17).

En particular, señalan que un problema clásico de optimización combinatoria, como el problema del vendedor ambulante (PVA), no se puede resolver de manera efectiva utilizando métodos de computación digital cuando el tamaño de los datos alcanza un cierto umbral debido a los tiempos de cálculo excesivamente largos que

implica. Sin embargo, los autores sostienen que este problema podría resolverse mediante procedimientos que se enmarcan dentro del modelo de computación cuántica. Como resultado, sugieren que los CVO cuánticos «podrían realizar las tareas necesarias para resolver» el PVA, mientras que los CVO digitales parecen incapaces de resolverlo (2023: 18).

Para completar los argumentos presentados por Skowron y Stacewicz, cabe explicitar que fundamentan parte de sus argumentos sobre cuestiones cuánticas en David Deutsch, quien en su cimental artículo (1985) afirmó que una máquina de Turing (clásica) no puede simular verdaderamente «correlaciones cuánticas»[21] (108-109). Deutsch sugirió que las leyes de la física podrían usarse para desarrollar un modelo de computación más potente que el encapsulado en la tesis de Church-Turing, y por tanto introdujo la noción de una «computadora cuántica universal» (una máquina de Turing cuántica). Esta reelaboración puede articularse de la siguiente manera: cada fenómeno físico puede simularse mediante algoritmos que operan con cúbits y se ejecutan en una computadora cuántica universal (Deutsch 1985; Lloyd 2012; Campbell y Price, 2019). Esto se conoce como el principio Church-Turing-Deutsch[22]. El físico supuso que la máquina de Turing cuántica puede simular «sistemas físicos» (tanto reales como teóricos), que están «más allá del alcance» de la MUT (1985: 107).

Las computadoras digitales con programa almacenado, que tienen a la MUT como modelo, son cada una de ellas computacionalmente equivalentes a una máquina de Turing en términos de capacidad de cálculo (bajo ciertas restricciones de tiempo y memoria) y, por lo tanto, también son, en cierto sentido, modelos de computación humana. Turing enfatizó este punto al explicar que estas máquinas electrónicas están destinadas a realizar «cualquier operación que podría realizar un computador humano» (1950: 444).

Skowron y Stacewicz parecen sugerir que la computación cuántica podría realizar tareas complejas (como el PVA y otros problemas de optimización) que no se pueden resolver de manera efectiva con una computadora digital clásica (es decir, una MUT)[23]. Las computadoras cuánticas a gran escala y de propósito general, si se

[21] David Deutsch demostró que las correlaciones cuánticas, en particular las que surgen de los cúbits entrelazados, permiten realizar ciertas tareas computacionales de manera más eficiente que las computadoras clásicas.

[22] La idea de Deutsch se basó en la observación obvia de que la computación es un proceso inherentemente físico, dado que todos los cálculos deben llevarse a cabo mediante un dispositivo computacional físico, lo cual implica que deben obedecer las leyes de la física (Nielsen, 2004).

[23] Se espera que las computadoras cuánticas a gran escala y de propósito general (si se convierten en realidad) sean exponencialmente más veloces que las computadoras tradicionales y, en consecuencia, permitan una resolución mucho más eficiente de ciertos tipos de problemas considerados "intratables"

logran construir, podrían ejecutar algoritmos cuánticos (como el de factorización de Shor) que presuntamente permiten resolver ciertos problemas mucho más rápido que cualquier computadora clásica disponible.

Conviene esbozar, al menos en sus rasgos fundamentales, algunas consideraciones sobre las cuestiones cuánticas relevantes que se plantean aquí. Para empezar, cabe precisar que la computación cuántica «no viola la tesis de Church-Turing» (Nielsen y Chuang, 2010: 202)[24]. Los cálculos cuánticos se pueden simular en una computadora clásica, al menos teóricamente. Si bien la eficiencia y la velocidad pueden diferir significativamente, «cualquier problema» que pueda ser resuelto hoy mediante una computadora cuántica también «puede ser resuelto mediante una computadora clásica» (2010: 40).

Con respecto al PVA, cabe decir que es un problema de optimización combinatoria NP-difícil (o NP-completo en la versión de decisión), y actualmente no se conoce ningún algoritmo que pueda resolverlo en tiempo polinomial. Al igual que las computadoras digitales clásicas (donde no se puede resolver de manera eficiente), se desconoce si las computadoras cuánticas pueden resolver problemas NP-completos o NP-difíciles. Esto aún no ha sido probado. Por tanto, afirmar que una computadora cuántica "podrá" (en algún momento) resolver el PVA es una afirmación incierta y poco precisa.

En sus conclusiones, Skowron y Stacewicz recalcan que su perspectiva pluralista permite la «existencia de varios tipos de CVO, no sólo digitales» (2023: 26). Basan su

---

en las computadoras clásicas (por ser "interminablemente" lentos de resolver, literalmente). No obstante, aunque estas máquinas cuánticas parecen prometedoras, aún están en un estado embrionario.

Las computadoras cuánticas, están construidas con cúbits propensos a ruidos y errores (los más optimistas afirman que las técnicas de corrección de errores podrán mitigar el problema del ruido). Sin embargo, la implementación física de los cúbits presenta importantes obstáculos debido a la inevitable interacción entre estos y el entorno, y esto se debe básicamente a que pueden verse perturbados por factores externos (vibraciones, fluctuaciones de temperatura, ondas electromagnéticas, etc.) dando lugar a errores causados por la «decoherencia» (Tandel y Nasrıwala, 2022: 608). Otras fuentes de error que reducen el rendimiento y la confiabilidad de la computación cuántica incluyen «errores de puertas cuánticas (de 1 o 2 cúbits), errores de lectura, fugas de información y diafonía» (Saki *et al.*, 2023: 370). Debido a estas limitaciones, cabe la posibilidad de que en un futuro próximo la computación cuántica quede relegada a una posición por debajo de las expectativas.

[24] Los propios autores admiten que, a pesar de ignorar si es posible la existencia física de CVO no digitales (en el sentido de que la tesis de Church-Turing sigue siendo un "asunto sin resolver"), desde «un punto de vista ontológico» les parece «un ejercicio valioso» considerar modelos de computación alternativos no digitales (2023: 21). La tesis de Church-Turing no se puede demostrar. Aunque la evidencia de su validez proviene de que no se conocen modelos de computación (considerados factibles) que violen esta tesis ampliamente aceptada. Es decir, todos los modelos computacionales descubiertos son compatibles con la tesis de Church-Turing. No existe ningún algoritmo conocido que una máquina de Turing no pueda implementar.

argumento en la posible construcción futura de estos objetos no digitales. Sin embargo, dado que estos objetos no "existen" actualmente, postular su existencia equivale a una mera conjetura, que no designa otra cosa que una posibilidad hipotética. En otras palabras, las afirmaciones sobre la existencia de CVO no digitales son meramente especulativas, dado que aún no se han materializado y existe la posibilidad de que nunca lo hagan.

Aunque todavía nos encontramos en las primeras etapas de la comprensión de los digi-objetos (a pesar de la amplia disponibilidad de computadoras digitales), nuevas hipótesis sugieren la aparición de objetos no digitales que desafían los hechos establecidos y especulan sobre posibilidades alternativas. Esta tendencia a menudo implica cuestionar las limitaciones de la tesis de Church-Turing.

La computación cuántica es considerada por muchos la alternativa más prometedora a la computación digital. Sin embargo, las computadoras cuánticas actuales son básicamente enormes monolitos refrigerados criogénicamente a los que casi nadie tiene acceso. En contraste, las implementaciones específicas de la máquina de Turing "abstracta", esencialmente cualquier computadora digital, son omnipresentes en la vida cotidiana.

Es poco probable que las computadoras cuánticas reemplacen a las computadoras convencionales, y es de suponer, que solamente se utilicen para abordar los problemas más complejos que son intratables para los sistemas clásicos. Muchas de las aspiraciones aún no se han cumplido y son tantos los problemas aún parcialmente no resueltos (o no resueltos en absoluto), que conviene inclinarse hacia la cautela.

En suma, cabe destacar que si bien el trabajo de Skowron y Stacewicz ofrece algunos aportes muy valiosos —compartimos su enfoque pluralista, aunque no en el sentido que proponen—, con numerosos datos que, a través del análisis, enriquecen y amplían el marco teórico de los digi-objetos, otras observaciones resultan poco precisas, lo que nos lleva a poner en tela de juicio algunas de sus conclusiones.

3.1.4 | Yuk Hui

Los espacios virtuales, en constante expansión, están repletos de digi-objetos heterogéneos (Hui, 2016; Yoo, 2010), que son familiarmente reconocibles por todos, aunque cuentan con una escasa producción bibliográfica (específica) en el ámbito de la investigación filosófica. Los primeros estudios académicos que se ocuparon íntegramente de los digi-objetos fueron realizados por el filósofo e ingeniero

informático Yuk Hui (2012, 2016). Hasta entonces, los digi-objetos ni siquiera se consideraban un tema independiente. Su teoría —que amplía la teoría de los objetos técnicos de Simondon—, reúne ideas y conceptos de los campos de la filosofía y la computación, los explora y los aplica en paralelo.

Hui se interesa principalmente por la existencia autónoma de los digi-objetos, aunque no ignora los modos de existencia señalados por Skowron y Stacewicz (2023), integrándolos en su enfoque. Argumenta que, a diferencia de los objetos físicos, los digi-objetos desafían las nociones tradicionales de existencia y realidad. Considera que estos objetos no son meras representaciones de entidades físicas, sino que poseen su propia forma de existencia moldeada por los protocolos, redes y contextos en los que operan. Su trabajo también explora las implicaciones de los sistemas digitales en nuestra comprensión del tiempo, el espacio y la identidad, y cómo estas tecnologías reconfiguran la forma en que experimentamos el mundo.

Para abordar este asunto, Hui propone entender la ontología en un doble sentido: (i) como disciplina filosófica y (ii) como sistema conceptual de metadatos. Bajo los nuevos paradigmas computacionales, sus esfuerzos se centran en desdoblar las ontologías que subyacen a estas tecnologías. Para tal empresa, se apoya principalmente en dos pensadores que ya habían explorado la relación entre lo humano y la tecnología (mutuamente inseparables): Simondon (1958) y Heidegger (1962).

Expandiendo su explicación, conviene especificar que, con respecto a (i), Hui se refiere a la ontología (en el sentido filosófico) que se ocupa de la naturaleza de la existencia. Es decir, qué tipos de «objetos y entidades consideramos que existen en el mundo» (Mingers, 1995: 90). Aquí particularmente, se discuten los aspectos ontológicos de los digi-objetos, su *realidad* y el impacto abrumador que tienen en la existencia humana. Y, en lo que respecta a (ii), el sentido aplicado por la computación, donde ontología se refiere a la formulación de una estructura formal que describe conceptos y relaciones conceptuales en un dominio dado, en esencia, un esquema de metadatos conceptual. Esta distinción es crucial ante tal cuestión, que estimamos, por lo demás, fundamental para explicar la aplicación en paralelo que hace de ambos tipos de ontologías.

Como caracterización preliminar, Hui nos presenta tales objetos simplemente como «objetos de la Web», incluyendo ejemplos como videos de YouTube, perfiles de Facebook, imágenes de Flickr, entre otros. Estos objetos están «compuestos de datos» y requieren una infraestructura informática para su existencia (2012: 380). En esta época de «medios ubicuos», dichas entidades «permean nuestra vida cotidiana» (resulta ya imposible separar la experiencia *en línea* y *fuera de línea*). Interactuamos

con digi-objetos a diario, son entidades que «arrastramos, eliminamos, modificamos, entre otras cosas» (2012: 381).

La investigación de Hui se centra en una comprensión amplia de los digi-objetos, los cuales, a menudo, se conciben como «cuestiones pragmáticas de ingeniería» o como fenómenos digitales reprogramables y autorreferenciales (Yoo, 2010; Yoo *et al.*, 2010), cuyo estatus existencial rara vez produce un análisis profundo (Hui, 2016: 3). Hui reitera que lo digital no debe entenderse sólo en términos de 0 o 1, sino más bien como la capacidad de «procesar datos» (2016: 25). Estos objetos son «entidades computacionales» inherentemente calculables, y lo digital es «la capacidad de procesar datos de cualquier tipo» (Rozenberg, 2021: 200). Los digi-objetos están, por tanto, «subsumidos bajo el cálculo» (Hui, 2016: 26).

Habiéndose presentado diversas fuentes que ofrecen definiciones genéricas, cabe destacar que frecuentemente convergen en la idea de que un objeto digital es una «colección de flujos de datos, es decir, bits» (Becker, 2018: 22). Hui, por su parte, enfatiza que estos objetos no solo son datos, sino también metadatos, compartibles y controlables que pueden «hacerse visibles» a través de la «configuración del sistema» (2016: 1). Además, añade la siguiente definición:

> Por objetos digitales, me refiero a objetos que toman forma en una pantalla o se esconden en la parte trasera de un programa de computadora, compuestos de datos y metadatos regulados por estructuras o esquemas (Hui, 2016: 1).

Esta exploración subraya la importancia de los datos y metadatos, aunque postula una distinción entre ambos. Los metadatos son datos que sirven para «describir y contextualizar» otros datos (Chen *et al.*, 2009: 478), más concretamente, los metadatos son «datos sobre datos» (Hui, 2012: 389). Estos desempeñan un rol crucial porque enmarcan la forma en que los digi-objetos «establecen relaciones» con otros objetos (Van Essen, 2023: 97). Desarrollaremos esta relación en los siguientes párrafos.

Los digi-objetos emergen a través de lo que el filósofo describe como un «doble movimiento» de objetos y datos. El primer paso es la objetivación de los datos, en la que estos, entendidos en su sentido original como «cosas dadas en el mundo», se formalizan como objetos a través de la actividad humana. El segundo paso es la datificación de los objetos, en la que estos, entendidos en su sentido contemporáneo como información computacional, se procesan y se convierten en datos (Hui, 2016: 50).

De acuerdo con Hui, un digi-objeto adquiere su "sentido" dentro de una red que lo incluye, por tanto, sugiere aproximarse a estos objetos a través de una lente que priorice las relaciones. La conexión de un digi-objeto con otros digi-objetos se

intensifica mediante «inferencias lógicas», incluso cuando estos comparten «el mismo contenido». Estas interrelaciones conducen a la formación dinámica de redes que se actualizan continuamente, basándose en parámetros y algoritmos específicos (Hui, 2016: 26). Las múltiples redes, interconectadas a través de protocolos y estándares informáticos, constituyen el medio digital [*digital milieu*].

En este contexto, los digi-objetos no existen de forma aislada. Su identidad y funcionalidad emergen de las interacciones que establecen con otros objetos dentro de un ecosistema digital. Como resultado, los digi-objetos aparecen en tres fases interdependientes, que no pueden reducirse ni generalizarse a una sola: «objetos, datos y redes» (Hui, 2012: 390). Este marco triádico enfatiza que el contexto situado de los digi-objetos reside en Internet.

Desde una perspectiva lógico-matemática, los objetos digitales pueden conceptualizarse a partir de un marco jerárquico. Esta visión común plantea que podría establecerse «un superconjunto» de todos los objetos existentes, dentro del cual podemos encontrar un subconjunto de objetos que engloba objetos técnicos junto con objetos naturales —en esencia, todas las entidades fabricadas y naturales—. Dentro de este subconjunto podemos encontrar «otro subconjunto de objetos denominados objetos digitales» (Hui, 2016: 49). Por tanto, los objetos digitales pueden ser pensados como extensiones del subconjunto anterior, o como objetos técnicos particulares.

Sin embargo, en lugar de seguir esta clasificación, Hui propone una nueva distinción entre estos objetos y los objetos técnicos, ya que los digi-objetos son «nuevas formas de objetos industriales» (2016: 49). Para el filósofo, aunque tales objetos se encuentran dentro de los marcos anteriores, sus cualidades únicas, como su omnipresencia y ubicuidad, los colocan en una categoría propia (Meehan, 2020).

Solo al considerar los digi-objetos como «una clase de objetos en sí mismos», diferentes de los objetos naturales (p. ej., los árboles) o los objetos técnicos (p. ej., los martillos), podemos «comprender realmente su dinámica» (Hron *et al.*, 2021: 5). Pero, además, se enfatiza que los digi-objetos no son meramente una «conceptualización filosófica sino también objetos concretos» (Hui, 2016: 25).

Por medio de un triángulo de procesos, Hui también organiza un esquema del «ciclo vital» de los digi-objetos. El primer proceso involucra a «ontólogos y científicos de la computación» que crean ontologías o esquemas de metadatos para los digi-objetos. El segundo proceso es la implementación de estos esquemas en «bases de datos y piezas de software», lo que crea un entorno para los digi-objetos, permitiendo que éstos exhiban sus modos de existencia en el medio digital. El tercer proceso se refiere a cómo «estos objetos y máquinas construyen un sistema

tecnológico» que luego integra a los usuarios humanos en él (Hui, 2016: 75).

Los digi-objetos, en tanto entidades discretas, ocupan una posición específica dentro los «esquemas preexistentes» (Meehan, 2020: 419), y se desarrollan a través de su «medio asociado», que abarca sus condiciones «físicas, técnicas y prácticas» (Rodgers, 2022: 212). Esto incluye los entornos de hardware y software en los que existen como condición *sine qua non* de su funcionamiento.

Considerar los digi-objetos como simples secuencias de bits es relativamente problemático porque dichos objetos dependen del medio asociado que los interpreta (Blanco y Berti, 2013). Una misma secuencia de bits puede ser interpretada de diversas formas, y un «error de codificación» puede convertir un archivo de audio en mero ruido (Berti, 2017: 19). Como lo expresó (de modo perdurable) Edsger W. Dijkstra, en máquinas de estados discretos como las computadoras digitales, no hay, ni habrá nunca, una métrica significativa en la que pequeños cambios y pequeños efectos vayan de la mano. A esto, agregó:

> Toda información codificada digitalmente, tiene inevitablemente la propiedad incómoda de que las perturbaciones más pequeñas posibles —es decir, los cambios de un solo bit—, pueden tener las consecuencias más drásticas (Dijkstra, 1989: 1400).

El punto aquí es que una definición de tales objetos debe extenderse más allá del ámbito de los bits y bytes, y tomar en cuenta también otros atributos. Proponentes de la física digital como Zuse, Fredkin y Wolfram imaginan el universo como un vasto "dispositivo" digital, sugiriendo una estructura computacional en lugar de un modelo físico continuo. Este enfoque plantea la posibilidad de hipercomputación, que podría desafiar la tesis de Church-Turing, aunque es solo una hipótesis sin evidencia concreta. Lo fundamental en este caso es captar que no debemos reducir el mundo a átomos o bits, ni los objetos digitales a mera información, como señala Floridi (2009). Si bien es correcto reconocer la composición atómica del mundo, «pensar solo en términos de átomos no nos ayudará a explicar el mundo» (Hui, 2012: 381). De manera similar, reducir los digi-objetos únicamente a operaciones binarias (0/1) pasa por alto las complejidades intrínsecas a su naturaleza.

Como se ha mencionado, Hui sostiene que lo digital está específicamente orientado hacia la «automatización del procesamiento de datos» (2016: 48). Los datos intervienen directamente a lo largo de nuestras experiencias en el doble sentido señalado. Bien es cierto, subraya Hui, que estos objetos son percibidos por los usuarios humanos como «entidades coloridas y visibles» en la pantalla, pero «a nivel de programación son archivos de texto; más abajo en el sistema operativo, son códigos binarios» y, finalmente, a nivel de placas de circuitos, son solo «señales

generadas por los valores de voltaje y las operaciones de las puertas lógicas». Una indagación a un nivel más profundo podría incluso conducir a «la mediación del silicio y el metal» y, en última instancia, adentrarse hasta «las partículas y los campos» (2016: 28-29).

En consecuencia, abordar estos objetos a través de diferentes capas puede no producir los enfoques más productivos; en vez de ello, Hui opta por diferenciar entre «órdenes de magnitud», tomando prestado este método de Bachelard. Un primer orden de magnitud abarcaría el espectro que va desde «la microfísica hasta el de la representación en pantalla», mientras que otro podría rastrear la transición «del código al fenómeno». Hui privilegia este último, destacando que los datos actúan como intermediarios «entre el cálculo y la experiencia humana» (2016: 32).

A pesar de que un digi-objeto parece estar en la pantalla «ocupando espacio», no se extiende al espacio físico. Podemos interactuar con este espacio digital a través del ratón o usando el dedo si es un dispositivo de pantalla táctil (Hui, 2016: 110). Pero cuando se trata de un digi-objeto, «no podemos referirnos al espacio», porque este espacio es «una mera percepción» —un objeto 3D no ocupa espacio físico a pesar de estar determinado por el entendimiento de las coordenadas espaciales (x, y, z)[25]—. Gestos como deslizar un dedo o mover el ratón por la pantalla, podrían transmitir la *ilusión* de que hay un espacio metafísico más allá de nosotros, aunque coherentemente, sabemos con certeza que no hay un espacio detrás de lo que estamos viendo. Resulta, por tanto, imposible capturar la espacialidad de los objetos digitales intentando registrar sus dimensiones o «reducirlos a algo en una pantalla que pueda medirse indirectamente» (Hui, 2016: 116).

> ¿Dónde está el objeto digital? Si tomamos como ejemplo la computadora que tengo frente a mí, la respuesta es simple: señalo la máquina y digo: ¡Está ahí!. La máquina misma ocupa espacio; informa al usuario de su existencia a través de su apariencia. El espacio ocupado es a la vez mensurable y calculable, y se presta a lo que Kant llamaría una *intuición pura* —permitiendo que el objeto sea percibido— (Hui, 2016: 110).

Un punto crítico en la discusión sobre los digi-objetos es que su definición parece tomar como criterio la vaguedad de algo que existe más allá del espacio físico, dado que el mundo de los cables, donde residen estos objetos, es incorpóreamente inhabitable. Ante esto, surge la pregunta: ¿es pensable, entonces, la *sustancia* de un objeto digital, en un sentido aristotélico? Según Hui, no se puede insistir en la

[25] En el espacio-tiempo de cuatro dimensiones las coordenadas localizan eventos en lugar de solo puntos en el espacio (en relación con el marco de referencia que se adopta). El espacio euclidiano «con coordenadas cartesianas (x, y, z) se amplía incluyendo una dimensión temporal (t) adicional» (Baumann 2005: 728).

esencia de los digi-objetos debido a su naturaleza precaria y fluctuante. Además, como destaca, «cualquier persona puede crear y destruir estos objetos al presionar unas teclas en un teclado o haciendo clic con el ratón» (2012: 394). Esto resalta las características transitorias y maleables de los digi-objetos, a diferencia de una presencia material fija.

Por su parte, Geoffrey Yeo deja claro que, en su opinión, no se puede «ignorar lo físico para centrarse en lo conceptual» (2012: 49). Una marcada diferencia con el materialismo relacional de Hui, que «refuta filosóficamente la idea de sustancia» (Rozenberg, 2021: 207). Desde luego, esto no implica que el pensador considere que los digi-objetos estén libres de la custodia de lo físico (como erróneamente cree Rozenberg), ya que dependen de una infraestructura computacional que involucra toda una serie de dispositivos físicos. Más bien, Hui considera que sólo pueden determinarse a partir de sus relaciones. En concreto, los digi-objetos no ocupan espacio físico (carecen de volumen) como un átomo, una silla, un martillo, un árbol, una nube, un cuerpo humano, un cometa, un planeta o cualquier otra entidad física.

En el ámbito creciente de la IHC a gran escala, encontramos una convergencia única de tres espacios interconectados: el mundo físico (espacio físico), el mundo digital (ciberespacio) y el mundo mental (espacio mental). Esta síntesis crea una realidad novedosa, como describe Hai Zhuge (2020). El profesor Zhuge caracteriza este marco integrado como un sistema ciberfísico-social, que funciona como una «red de conocimiento» (2020: 11). Esta red facilita la creación, evolución y compartición de datos a través de procesos cognitivos e interacciones entre individuos humanos, entidades digitales y objetos físicos (Zhuge, 2012, 2020).

Las relaciones que una vez tuvieron una forma intrínsecamente física —por ejemplo, el contacto entre ruedas y poleas— ahora se transformaron en otra forma material: «código o datos» (Hui, 2012: 393). Los digi-objetos no sólo están críticamente relacionados con los «ensamblajes sociotécnicos y relacionales» que facilitan su uso y aplicación (Mackinnon, 2023: 1400), sino que existen de dos maneras distintas: tanto en la parte frontal [*front-end*] de las interfaces como en la parte trasera [*back-end*] de los procesadores y sistemas computacionales (Hui, 2016: 2).

A medida que profundizamos en este sistema interconectado, debemos considerar la naturaleza compleja del tiempo, que Hui explora como una relación interobjetiva dentro de los sistemas técnicos, en lugar de como una mera experiencia subjetiva o un flujo lineal. Hace referencia a la visión de Jacques Ellul (1980) de que la tecnología moldea el tiempo mientras disminuye las dimensiones espaciales. El tiempo aquí es simultáneamente «discursivo y existencial», y a través de la lente del tiempo

observamos «la transformación del mundo». Postula que el tiempo «no está ni dentro del objeto ni dentro del sujeto», sino que es relacional, abarcando tanto la finitud existencial de los seres como las relaciones espaciales externas enraizadas en la tecnología (2016: 173).

Hui identifica tres interpretaciones del tiempo en un sistema técnico: (i) tiempo cronométrico, el tiempo como "medida" del reloj, basado en puntos, intervalos y períodos; (ii) tiempo lógico (que abarca propiedades topológicas), cuyo mejor ejemplo es la ontología del tiempo desarrollada por Hobbs y Pan, que propone una axiomatización de primer orden; y (iii) tiempo topológico en el sentido policrónico de Serres.

El tiempo cronométrico es criticado por Hui como una mera «función de sincronización» en los sistemas técnicos que no puede encapsular por completo las complejidades de la experiencia temporal (2016: 175). Destaca cómo la sincronización en los entornos digitales conduce a la ilusión de proximidad y derriba las barreras geográficas y culturales mediante medidas estandarizadas, como el tiempo universal coordinado (UTC). Por ejemplo, a nadie le importa qué hora es en Neptuno; se trata de un planeta gaseoso, lejano e inhabitable que carece de un huso horario definido como la Tierra, ya que no existe una necesidad práctica de establecer uno.

Hui profundiza en el concepto de tiempo lógico como una forma más sofisticada de comprensión temporal en el ámbito de la tecnología digital y la web semántica. Para ello toma en consideración la ontología del tiempo en OWL introducida por Hobbs y Pan (2004, 2006) que se basa en el trabajo fundacional de James Allen. Esta ontología cubre propiedades topológicas de (i) instantes e intervalos, (ii) medidas de duración y (iii) sistemas calendáricos con base numérica que organizan intervalos temporales como «relojes y calendarios» (Hobbs y Pan, 2004: 67).

Es el esfuerzo por estandarizar las relaciones temporales topológicas[26] en dos unidades básicas de tiempo: «instantes e intervalos» (Forăscu, 2008: 75). Un instante indica un momento específico en el tiempo; un intervalo de tiempo (t_{i}, $t_{\mathrm{i+n}}$) está definido por la distancia temporal entre dos instantes adyacentes t_{i} y $t_{\mathrm{i+n}}$ (donde t_{i} es anterior a $t_{\mathrm{i+n}}$), es decir, son dispositivos conceptuales para indexar y medir momentos (Allen, 1983, 1984; Sewell, 2023).

El tiempo topológico —tal como lo articulan Michel Serres e Ilya Prigogine[27]— enfatiza una comprensión material y percolativa del tiempo, viéndolo como una red

[26] Las relaciones temporales se pueden dividir en relaciones topológicas, como antes, igual, durante, solapamiento, comienzo, final, etc. Estas «relaciones temporales topológicas» especifican la ocurrencia de los eventos así como el orden en que ocurren (Hui, 2016: 178).

[27] El tiempo topológico de Serres es isomorfo al tiempo interno propuesto por Prigogine, aunque este último desarrolla su concepto a través de la física.

de relaciones que se aleja de la linealidad. Serres conceptualiza el tiempo como algo que puede filtrarse y retenerse en los objetos. Su modelo topológico sugiere que el tiempo está arrugado, lleno de discontinuidades, y tiene múltiples pliegues. En esta perspectiva, el tiempo no fluye linealmente[28]. Serres ilustra esta noción con su metáfora del «pañuelo arrugado», donde dos puntos dispares en adyacencia (separados geométricamente), pueden de repente acercarse, incluso «superponerse» (1995: 60). La propuesta de Serres percibe el tiempo como una red de relaciones interconectadas que se influyen mutuamente y que pueden converger de manera impredecible.

Hui sostiene que el tiempo topológico requiere objetos tangibles a través de los cuales se experimente el tiempo, en contraste con los meros recuerdos del pasado que carecen de compromiso físico. Estos «residuos temporales» en los objetos revelan una temporalidad topológica, que se conecta con el conocimiento del ser humano para crear relaciones existenciales (2016: 182). Dicho de otro modo, los objetos retienen residuos temporales que vinculan las experiencias pasadas con las relaciones existenciales actuales. Estas relaciones temporales topológicas, que encapsulan la historicidad retenida en los objetos, son para nosotros relaciones interobjetivas que antes existían en la memoria, en blocs de notas, calendarios, diarios y agendas, y que ahora son omnipresentes «en todo tipo de objetos digitales» (Hui, 2016: 182).

Hui cree que tales relaciones interobjetivas son esenciales para comprender la experiencia existencial del tiempo en la era digital, donde los digi-objetos llevan «residuos temporales» de interacciones y relaciones pasadas. Estos objetos, que coexisten simultáneamente y están interconectados en Internet, no sólo «conectan cosas entre sí», sino que también concretan el tiempo en una forma topológica

[28] La concepción policrónica Serres desafía la noción lineal y uniforme del tiempo que prevalece en el pensamiento científico moderno. En una visión lineal del tiempo —análoga al conjunto infinito de números reales— existe una cantidad infinita de puntos a lo largo de la dimensión temporal (Babaie, 2011; Galton, 2000). Según la física newtoniana estándar, el tiempo se puede representar como una línea unidimensional que consta de una secuencia infinita de momentos dispuestos en orden cronológico. El tiempo, entonces, es «unidimensional», y su topología refleja las relaciones de intermediación que existen entre momentos (Arntzenius, 2012: 7).
La visión de Serres puede enriquecer los debates interdisciplinarios al poner de relieve la complejidad de las experiencias temporales y fomentar una comprensión más holística del tiempo que dé cuenta de sus diversas manifestaciones. Esta idea encaja bien con ciertos conceptos de la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica, donde el tiempo no es absoluto y puede depender del observador y de las circunstancias. Sin embargo, la perspectiva policrónica de Serres también incorpora elementos especulativos y abstractos, lo que puede dificultar su integración en un marco científico rígido.

navegable (2016: 183). En este contexto, vivimos conectados a un mundo digital cada vez más mediado por temporalidades topológicas explícitas y predecibles.

Una vez más, es importante enfatizar que el uso de ontologías computacionales proporciona estándares de metadatos —tanto estructurales como descriptivos— que facilitan la comprensión de los digi-objetos (no en el sentido filosófico del mundo existente). Sobre todo, tales objetos se fundamentan en esquemas computacionales o estructuras que organizan los metadatos como ontologías (Rossiter y Zehle, 2017). En palabras del pensador hongkonés, estas ontologías son las que otorgan sentido a los objetos digitales:

> Las ontologías son las que hacen que los objetos digitales sean objetos en lugar de simples datos. Las ontologías son productivas, como las *categorías* de Kant [...] Capturan datos y los organizan en un orden que unifica los múltiples elementos de su presencia. Análogamente, las ontologías le dan a una máquina la capacidad de reconocer y operar el objeto como una unidad en lugar de datos aleatorios (Hui, 2016: 34).

El uso de ontologías proporciona una representación simbólica exhaustiva y procesable por una computadora, lo cual no implica que la máquina obtenga una comprensión genuina. Estas ontologías (que bien podrían generalizarse como metadatos) confieren un «significado semántico» y funcional a los metadatos; datos que describen y contextualizan otros datos. Esto permite una mayor interoperabilidad y usabilidad dentro de los sistemas digitales (Millar, 2017: 24). La «información semántica» facilita la búsqueda y la integración de archivos mediante un vocabulario controlado que describe, de manera explícita, relaciones entre conceptos (Kitamura *et al.*, 2005: 2).

Desde la década de 1990, el desarrollo en los «estándares de metadatos», incluidos «HTML, XML y ontologías web», han ampliado significativamente la accesibilidad y la facilidad de uso de los digi-objetos. Estos avances han permitido a los usuarios acceder a estos objetos en cualquier momento y en cualquier lugar a través de herramientas basadas en la Web (Hui, 2016: 161). Además los «lenguajes estandarizados» como RDF/RDFS y OWL han desempeñado un papel crucial en la estructuración y el intercambio de datos (Ormrod y Turnbull, 2021: 309).

En definitiva, si bien las ontologías computacionales son necesarias y actúan estratégicamente como atajos, es crucial reconocer que esta iniciativa es una tarea filosófica que se extiende más allá del «mero razonamiento inductivo» tan común en el estudio de los lenguajes de programación (Hui, 2016: 86). Es importante distinguir nuevamente entre la ontología asociada a la filosofía (tal como la analizan pensadores como Chalmers, Quine y Kripke) y las ontologías dentro del ámbito de

las ciencias de la computación (tal como las exploran académicos como Smith, Guarino, Hennig y Sowa). Aunque para entender la existencia de los digi-objetos, Hui sostiene que ni la ontología ni las ontologías pueden separarse ni oponerse; deben trabajar juntas para guiar la investigación. Para reconciliar la dicotomía entre estas perspectivas, así como la tensión entre la sintaxis y la semántica, Hui propone una tercera vía: su «teoría de relaciones» (2016: 105). Este puente conceptual refleja la creencia del filósofo de que los objetos digitales sólo pueden concretarse a través de sus relaciones:

> [Propongo] abordar los objetos digitales desde el concepto de *relaciones*, por un lado las relaciones materiales que se concretan en el desarrollo de los lenguajes [de programación] y de marcado, como SGML, HTML y XML, y por el otro, las ontologías Web, las relaciones temporales que son producidas y condicionadas por las memorias artificiales de datos [...] La Web actúa como una interfaz entre los usuarios y los objetos digitales y como un mundo en el que estos objetos digitales se ocultan y se revelan —tanto en términos físicos como metafísicos— (Hui, 2012: 380-381).

Los metadatos sirven como marco a través del cual los objetos digitales establecen relaciones dentro del vasto paisaje digital. Un objeto se considera «significativo sólo en relación con otros objetos con los que comparte algún atributo», o en comparación con otros objetos con «propiedades similares» (Rozenberg, 2021: 200).

En el contexto de «la Web y los datos vinculados», no existe una red singular, sino más bien múltiples redes interconectadas que pueden construirse a través de diferentes relaciones. Toda esta red de digi-objetos es simultáneamente una «red de relaciones», que abarca redes de datos, redes sociales o redes de archivos (Hui, 2016: 140-141). A medida que aumenta el número de digi-objetos, también lo hacen sus interrelaciones, lo que da lugar a redes que se expanden o «se actualizan en nuevas redes» (Hui, 2012: 390).

Esta «teoría materialista de las relaciones» pone el foco tanto en los digi-objetos como en la infraestructura material subyacente (2016: 40-41). Para Yuk Hui, el ámbito digital representa un nuevo proceso de construcción material, centrado en la administración de datos y metadatos que potencialmente pueden formar una red de conexiones extensibles de plataforma en plataforma —topologías de red—. La concretización de estos datos, que depende de la arquitectura de la red, da forma a digi-objetos como videos, perfiles o imágenes.

No conviene confundir la concepción relacional de los objetos de Hui con la ontología orientada a objetos (OOO) de filósofos como Graham Harman (2002), de la

que difiere en aspectos importantes[29]. Consideramos que la OOO de Harman, a pesar de que prioriza la autonomía de los objetos y su existencia independiente de la percepción y la interacción humana, da lugar a una ontología defectuosa.

Hui está interesado en la naturaleza existencial de los digi-objetos y en cómo estos se hacen «visibles para nosotros bajo diferentes formas». Estos objetos —textos, imágenes, sonidos, redes, etc.— están presentes en numerosas esferas de la vida humana. Sostiene que la tecnología está cada vez más involucrada «en nuestros procesos de pensamiento». De hecho, nuestro entorno está lleno de *gadgets,* y como consecuencia, nuestras decisiones vitales están cada vez más «determinadas sistemáticamente a través de algoritmos» (materializados digitalmente, y alimentados electrónicamente), en lugar de depender de la «selección subjetiva de significaciones». Sin embargo, aunque tales máquinas producen una inmensa variedad de opciones que pueden influir en los usuarios, Hui afirma que «la decisión final pertenece a los humanos» (2016: 223). Su enfoque se centra en mirar «bajo el capó» de nuestras computadoras, por así decirlo, y tratar de comprender la ontología de los algoritmos que dan forma a nuestras vidas (Larivière, 2017: 133).

Ciertamente se puede vislumbrar como la expansión de Internet, los modelos algorítmicos cada vez más complejos y otros avances computacionales futuros (como la ciencia de datos, la programación y la IA, etc.) están poniendo estos objetos en órbita alrededor del pensamiento humano (de hecho, ya lo están). En este panorama en evolución, cabe decir que la poco explorada filosofía digital, a veces denominada filosofía computacional —un subcampo de la filosofía de la tecnología— cuenta con la teoría de los objetos digitales de Yuk Hui, que juega un papel fundacional.

No obstante, también es pertinente señalar que, si bien la sofisticación de tal análisis filosófico no tiene precedentes, su obra arrastra toda una jerga exclusiva (basada en la terminología heideggeriana), y está llena de ambigüedades y abstracciones, que obligan a quitar las ramas fútiles de los árboles (hay muchas). Sus esfuerzos filosóficos son muy ambiciosos (también dispersos y desenfocados, aunque a veces sus desvíos son fecundos) y su libro matriz (2016) en particular sienta las bases para explorar y promover el pensamiento sobre los digi-objetos a través de un enfoque pragmático donde las relaciones actúan como bisagras sobre

[29] Desde el principio, Hui intenta distinguir sus propios métodos de los de otro pensador heideggeriano: Graham Harman. Como indica el propio Hui: «El trabajo de Harman resuena con este proyecto porque también desarrolló su teoría a partir de una lectura del estar-a-la-mano [*Zuhandenheit*] y el presente-a-la-mano [*Vorhandenheit*] de Martin Heidegger. De hecho, mi primer encuentro con objetos y relaciones fue a través de una correspondencia personal con Harman en 2007, pero desarrollé una comprensión muy diferente a la de Harman. Para Harman, cada objeto es un ser-herramienta [*tool-being*]. Cada ser-herramienta es real y no puede reducirse a átomos o entidades físicas más pequeñas» (2016: 17).

las cuales ensamblar otras teorías. Como el propio Hui afirma al final de su obra, se requiere un «enfoque más sistemático», y el filósofo espera haber proporcionado algún punto de partida para el desarrollo futuro de dicho método (Hui, 2016: 252).

Como planteó Agustín en sus *Confesiones* (X, 16, 25); el ser humano se ha convertido en «un campo problemático que requiere trabajo duro y mucho sudor» (1979: 411; trad. propia). Esta misma reflexión bien podría trasladarse al mundo digital, que Hui describe como «un mundo extraño, a la vez artificial y natural [...] tan complicado como lo que solíamos llamar el mundo *real*» y, lo que es más importante, «un mundo en el que ya estamos» (2016: 48).

4 | TEORIZACIÓN DE LOS OBJETOS DIGITALES

Huelga decir que el mosaico de factores exógenos de los objetos digitales es extremadamente amplio y complejo. Como admite el filósofo Mark Coeckelbergh, estos objetos parecen estar «en todas partes y en ninguna», lo que sugiere una naturaleza omnipresente pero elusiva. Si bien Coeckelbergh reconoce que los objetos digitales se instancian a través de «tecnologías físicas como las TIC y aparecen en pantallas materiales» (2015: 94), estos fenómenos, bien respaldados por evidencia empírica, pueden parecer contraintuitivos y difíciles de conciliar con teorías realistas, que generalmente se centran en entidades tangibles.

En el discurso contemporáneo, la existencia de átomos es ampliamente aceptada, siendo fundamental para muchas disciplinas científicas. Esto refleja un cambio desde el escepticismo temprano sobre su existencia a una comprensión realista del mundo físico. Por esta razón, se acepta ampliamente que «Boltzmann estaba en lo correcto y Mach estaba equivocado» (Bächtold, 2010: 1).

El físico Mach encarnó el resurgimiento de la doctrina empirista de Berkeley y Hume, y como tal, propugnaba que el conocimiento debía limitarse a la experiencia pura (colores, sonidos, temperaturas, presiones, espacio, tiempo, etc.). Mach desconfiaba de la teorización excesiva (la encontraba "sospechosa"), por ello, en pos de fundamentar las teorías más firmemente en contextos empíricos, consideró que la ciencia debía basarse únicamente en datos observables. No admitía ningún conocimiento apriorístico ni nada que pudiera considerarse metafísico. Dado que los átomos no se pueden observar directamente y en ese momento ninguna teoría atómica era consistente, Mach rechazó la creencia de Boltzmann de que los átomos «realmente existían» (Bächtold, 2010: 3; Hess, 2013: 65). Boltzmann adoptó una visión realista de los átomos a nivel ontológico, mientras que la posición de Mach sobre

entidades no observables era antirrealista.

Si bien una discusión más detallada de este debate requeriría otro artículo, puede servir como punto de partida para una mayor exploración de las cuestiones filosóficas que rodean a los digi-objetos[30]. Aunque estos objetos no siempre se perciben directamente, existen a través de sus interacciones y representaciones dentro de los ecosistemas digitales. Están moldeados por la experiencia empírica de los usuarios y sus aplicaciones prácticas, lo que hace eco de la insistencia de Mach en fundamentar el conocimiento en contextos observables. Sin embargo, al igual que la afirmación de Boltzmann sobre la realidad atómica, es necesario adoptar un estatus ontológico más amplio para los digi-objetos, alentando una perspectiva que reconozca su existencia más allá de la mera representación o la observación empírica. Esto sugiere una posible síntesis entre el empirismo de Mach y el realismo de Boltzmann (más próxima a este último), en paralelo a la evolución de la comprensión de los objetos digitales en nuestro contexto contemporáneo.

En la era digital, el escepticismo empírico de Mach puede implicar limitaciones, los digi-objetos, al igual que los átomos, pueden enmarcar nuestra comprensión de la existencia y el conocimiento de maneras que trascienden la observación inmediata. Habitan en un marco de código y datos, lo que representa una abstracción que desafía las nociones tradicionales de realidad. Los digi-objetos poseen su propio estatus ontológico, moldeado por los contextos en los que son creados y con los que interactuamos, de manera muy similar a cómo Boltzmann veía los átomos como entidades reales que sustentan el mundo físico.

En definitiva, el discurso que rodea a Mach y Boltzmann da pie a una indagación más amplia sobre cómo definimos la existencia, donde ambos alientan un examen crítico de lo que constituye el conocimiento y la realidad. Este diálogo filosófico refleja con cierta similitud los debates contemporáneos en torno a los digi-objetos, tal como lo articula Yuk Hui (2016). En el ámbito digital, estos objetos a menudo operan

[30] El rechazo de Mach a la existencia de átomos (como muchos otros científicos y filósofos a finales del siglo XIX) estuvo motivado por el hecho de que consideraba la hipótesis atómica artificial e injustificada porque los átomos, en principio, no son perceptibles. Además, también la encontraba infructuosa para la investigación científica, pues no permitía explicar o predecir nuevos fenómenos. En aquel momento Boltzmann no podía aportar pruebas del tipo que exigía Mach. Después de 1903, Mach cambió de opinión a nivel científico respecto a la utilidad de la hipótesis atómica, mientras que a nivel epistemológico continuó negando la realidad de los átomos en sentido fuerte. En 1905, Einstein publicó un artículo sobre el movimiento browniano, que parecía probar teóricamente la existencia de los átomos (experimentalmente no se probó hasta 1908). Ambas posiciones, Mach y Boltzmann, fueron fértiles (en diferentes direcciones) al promulgar que la ciencia debía estar libre de la subjetividad humana. Boltzmann creía que era una hipótesis fructífera, mientras que Mach adoptó una postura antimetafísica hacia una teoría que todavía estaba en sus primeros pasos. Una visión más amplia y completa de este asunto (centrada en Mach) puede verse en Bächtold (2010).

en un complejo paisaje ontológico: a veces inobservables pero materialmente impactantes.

4.1 | Interfaces informáticas

El 9 de diciembre de 1968, Douglas Engelbart del Instituto de Investigación de Stanford (ahora SRI International) realizó una demostración informática en vivo que introdujo un sistema de hardware y software multiusuario llamado NLS (oN-Line System)[31]. Esta demostración, que sería conocida más tarde como *la madre de todas las demos*, presentó al mundo muchos de los elementos básicos de la computación personal moderna (experimentales por aquel entonces) en una SDS-940: el ratón de computadora (diseñado por Engelbart y Bill English), la videoconferencia, funciones de edición de documentos (como la capacidad de copiar y pegar bloques de texto), una interfaz que mostraba un cursor en la pantalla, enlaces de hipertexto y múltiples ventanas, o la colaboración en tiempo real entre usuarios décadas antes de su comercialización y uso generalizado (Hintz, 2018). El propio Engelbart recordó esta epifanía en una entrevista publicada en la revista *Wired*:

> De repente –¡zas!– Me vi sentado frente a una gran pantalla CRT [pantalla de tubo de rayos catódicos] con todo tipo de símbolos, nuevos y diferentes, manipulados por una computadora que podía operarse a través de varios dispositivos de entrada. Todo el material en pantalla se podía controlar con gran flexibilidad. Otras personas tenían sus unidades de visualización conectadas al mismo complejo informático y tu [también] podías conectarlas. Todos podrían compartir sus conocimientos. La visión se desarrolló rápidamente, en aproximadamente media hora, y de repente el potencial de la informática interactiva y colaborativa quedó totalmente claro (Jordan, 2004).

Aunque Engelbart no formó parte de Xerox PARC, sus ideas se pusieron a prueba allí. En 1973, se lanzó Xerox Alto, que fue la primera computadora en introducir propiamente la interfaz gráfica de usuario (GUI, por sus siglas en inglés) bajo el paradigma WIMP (ventanas, íconos, menús desplegables, cursor) y demostrar la

[31] El NLS (oN-Line System) se inspiró en SKETCHPAD de Ivan Sutherland, que es reconocido como un hito en la interacción gráfica y una de las primeras aplicaciones de la computación gráfica. Este sistema, junto con lenguajes de programación como LISP, JOSS y SIMULA, representa los avances clave en la programación en la década de 1960. Aunque no está directamente relacionado con los lenguajes de programación, SKETCHPAD también se vio influenciado por la conceptualización del Memex, un hipotético dispositivo de almacenamiento y recuperación de datos propuesto por Vannevar Bush.

metáfora del escritorio. Incluía un monitor de computadora que utilizaba tecnología CRT y tenía una pantalla monocromática.

El sistema Smalltalk, considerado como el epítome de la programación orientada a objetos (POO), fue desarrollado en la década de 1970 por Alan Kay, Adele Goldberg y otros investigadores de Xerox PARC. Este sistema introdujo prácticamente todas las características de una GUI moderna como la que vemos ahora «cuando encendemos nuestra computadora» (Gillies y Cailliau, 2000: 187). La Xerox Alto, combinada con Smalltalk[32], representó una forma primigenia de computadora personal moderna, con una GUI muy similar a la que utilizamos en la actualidad y, aunque no se denominó PC se convirtió en su antepasado directo (Reimer, 2005).

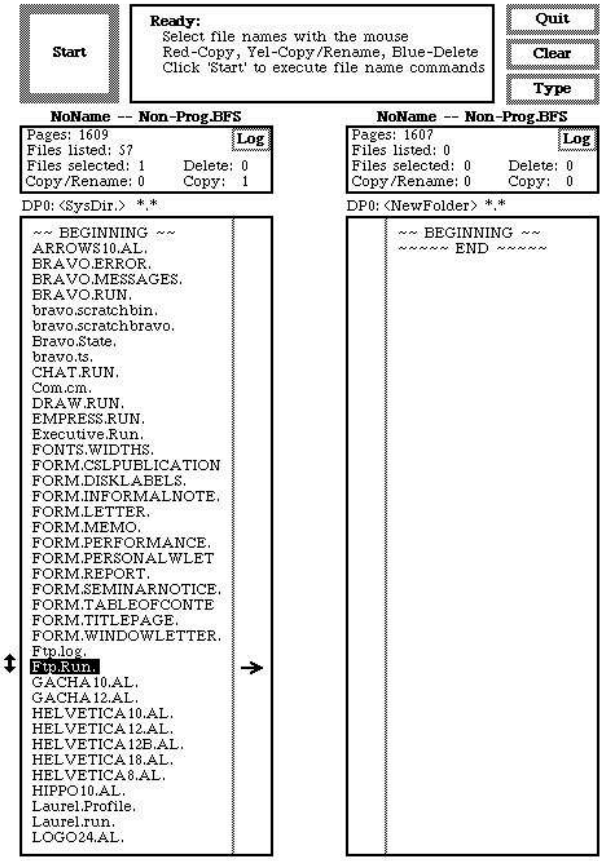

Fig. 6 — Muestra del administrador de archivos de Alto: Neptune (1974). © Xerox Corporation / Nathan Lineback (toastytech.com/guis/salto.html).

[32] Smalltalk-76 fue una mejora significativa en comparación con las versiones anteriores 71 y 72. El trabajo desarrollado en Xerox PARC continuó con la creación de Smalltalk-80, que se convirtió en la primera versión comercial.

La mayor parte de las interfaces gráficas modernas de propósito general tienen su origen en la Xerox Alto; sin embargo, era demasiado costosa y nunca se vendió como un producto comercial masivo, por lo que la idea no se convirtió en un producto exitoso hasta una década después, cuando sus conceptos se «escaparon del laboratorio». Casi simultáneamente, el PARC dio origen a «otras dos tecnologías que ganarían importancia» junto con la GUI: «Ethernet y la impresora láser» (Raymond y Landley, 2004: §2.5).

En los años siguientes, otros desarrollos importantes continuaron en esta área, como la Xerox Star (heredera de Xerox Alto), lanzada en 1981, que destacó por ser la primera computadora personal comercial que incorporaba una pantalla de mapa de bits con una interfaz basada en ventanas, iconos y carpetas. Sin embargo, tenía un alto coste y su implementación fue un fracaso; era demasiado avanzada y aparatosa, además de tener una disponibilidad de software limitada. Más tarde, Apple lanzó la desafortunada Lisa en 1983, que fue una de las primeras computadoras personales en ofrecer una GUI dirigida al mercado masivo, pero tampoco tuvo éxito comercial debido a su elevado coste y a sus problemas de rendimiento. El lanzamiento del Apple Macintosh en 1984 popularizó las interfaces gráficas y el uso del ratón entre el público en general. Finalmente fueron Apple y posteriormente Microsoft (con Windows 1.0) quienes cosecharon los beneficios y llevaron la GUI a las masas[33]. Por lo tanto, se puede establecer que el período de desarrollo primordial de las GUI se sitúa entre 1973 y 1984.

La idea de representar datos en forma de objetos, con propiedades y comportamientos, sólo fue posible con el advenimiento de los lenguajes de POO y el desarrollo de interfaces gráficas que permitieron una interacción más rica y accesible para los usuarios. Estas nuevas interfaces transformaron la pantalla de la computadora en un espacio interactivo, donde gráficos digitales representaban objetos familiares de la realidad física (como escritorios, archivos y hojas de papel), facilitando así la IHC.

En un principio, las computadoras operaban principalmente a través de interfaces de línea de comandos, donde los usuarios interactuaban con el sistema escribiendo comandos textuales. Si bien los digi-objetos existían previamente, la introducción de

[33] La gerencia de Xerox desperdició la oportunidad de comercializar la GUI en el mercado masivo, lo que permitió a Apple y Microsoft, cosechar los beneficios una década después. Xerox tardó demasiado en apreciar el valor de la tecnología que se había desarrollado en el PARC, y cuando en 1981 lanzó la Xerox Star, fue un fracaso comercial, en gran medida debido a su alto coste (16.595 dólares). La PC de IBM, lanzada unos meses después, tenía un precio de 1.565 dólares y tuvo una influencia sustancial. Como relata Charles Petzold, en 1979, «Steve Jobs y un contingente de Apple Computer visitaron el PARC y quedaron bastante impresionados con lo que vieron» (les mostraron Smalltalk-76). En 1984, Apple presentó la exitosa Macintosh (1999: 370).

las GUI marcó un punto de inflexión en la manera en que los usuarios podían interactuar con estos objetos, proporcionando significado y contexto a sus componentes visibles. Esta innovación representa el punto culminante en el que «el ser humano y la computadora se encuentran» (Petzold, 1999: 365), y sentó las bases para la conceptualización de lo que hoy reconocemos como digi-objetos.

Cabe recordar en este contexto el trabajo de Samuelson *et al.* (1994), quienes destacaron en su *Manifiesto* que, a diferencia de los objetos físicos, los objetos digitales creados por software no están limitados por las leyes de la física:

> En la *metáfora del escritorio*, por ejemplo, la versión electrónica de las carpetas de archivos se puede expandir, contraer o reorganizar su contenido según sea necesario, a diferencia de sus contrapartes físicas (1994: 2334).

El mundo digital no es una mera emulación del mundo físico, a pesar de las intenciones iniciales de crear paralelismos entre ambos. Se han hecho (y se siguen haciendo) esfuerzos importantes para cerrar la brecha entre estos dos reinos, en particular en el contexto de la RV, donde los avances tecnológicos podrían difuminar aún más las fronteras. Una RV eficaz requiere una interacción fluida con los digi-objetos, mediante manipulaciones intuitivas y controles que imitan acciones familiares del mundo físico, siendo quizás tocar y agarrar las más naturales (Gribetz, 2016; Silva y Brandão, 2021).

Sin embargo, incluso si futuros avances en RV pudieran hacer que las experiencias digitales sean casi indistinguibles de las físicas —un resultado cuya viabilidad es muy cuestionable—, estas interacciones seguirían representando sólo un subconjunto de un ecosistema digital más amplio. Como observó Araya (1997), muchas de las acciones que llevamos a cabo en estos mundos no son congruentes con sus contrapartes en el mundo *real*, y algunas carecen por completo de analogías físicas. Esta divergencia pone de relieve que el panorama digital está evolucionando hacia un nuevo espacio con sus propias reglas y lógica.

Pensemos, por ejemplo, en los intentos de replicar la realidad física mediante dispositivos como los guantes de datos (por ejemplo, Power Glove, CyberGlove, P5 Glove), que fracasaron estrepitosamente. La mayoría de los usuarios siguen recurriendo a dispositivos de entrada tradicionales como ratones, teclados y, ocasionalmente, pantallas o paneles táctiles. Asimismo, los cascos de RV o HMD, como VFX1, Virtual Boy, Oculus Rift y Apple Vision Pro, suelen tener pantallas estereoscópicas y sonido estéreo. Si bien son populares en videojuegos (y tienen diversas aplicaciones médicas), estos dispositivos históricamente han tenido dificultades para mantener el interés de los usuarios, y las ventas a menudo se

desploman a medida que la novedad desaparece.

La realidad física y las experiencias simuladas de la RV no son dicotómicas, el *Continuum* enfatiza que estas *realidades* no están estrictamente separadas, sino que se superponen. Platón, que resuena con fuerza en estos contextos, nos mostró diferentes niveles de la realidad en su «alegoría de la caverna», descrita en *La República* (Libro VII, 514a-517b). Este concepto encuentra un paralelo en el *Continuum* de Milgram y Kishino, que sugiere que los avances tecnológicos eventualmente seguirán desdibujando las fronteras entre realidad y virtualidad. En un futuro, los usuarios podrían enfrentarse a desafíos perceptivos similares a los de los prisioneros de la caverna, que perciben solo sombras de los objetos reales: dificultades para discernir entre lo real y lo virtual.

Esto, naturalmente, aún no ha ocurrido y dudamos seriamente que se materialice por completo en un futuro cercano. Además, como todos los seres vivos, estamos inevitablemente atados a nuestra naturaleza física y a las propiedades físicas de nuestro entorno. No somos «cerebros encubetados» (Maldonado, 1994: 15).

4.2 | Realismo integrativo

Las realidades digitales se entregan en varios tipos: virtual, aumentada, mixta y extendida. Esta última, que integra las tres primeras, tiene como objetivo complementar o replicar el mundo físico a través de un gemelo digital, una réplica que puede interactuar con su contraparte física. Estas realidades no deben considerarse *pseudo-realidades*, ya que son tan válidas y reales como el mundo físico actual, de acuerdo con la idea de que son «del mismo tipo que este mundo nuestro» (Lewis, 1986: 2)[34]. Es pertinente mencionar que es en la primera en la que más nos hemos centrado, por requerir un entorno digital completamente inmersivo. Lo que implica que es la única de estas realidades digitales que a veces se utiliza (erróneamente) como una antítesis de la realidad física.

Valga decir que, la noción misma de que las computadoras pueden crear una realidad virtual requiere una «construcción lingüística incómoda» para referirse a la realidad *real*, en alusión a «lo que queda fuera de la computadora» (Gershenfeld, 1999: 5)[35]. Lo que equivale a decir que lo que queda dentro de la computadora no es

[34] Si bien hacemos uso de las palabras de David K. Lewis para enfatizar que estos mundos digitales son parte de nuestra realidad, nuestro enfoque se aleja de su *realismo modal*, el cual se centra en la existencia de mundos posibles en un sentido más abstracto.

[35] El propio término realidad virtual es una *contradictio in terminis* que alude a dos conceptos contradictorios y autoexcluyentes. Por eso, algunos autores anglosajones prefieren llamarla realidad

real. Otras realidades digitales, como la RA y la RM, superponen elementos digitales sobre el mundo *real* en lugar de crear uno completamente "separado".

En primer lugar, la RV no se opone a la realidad física ni se sitúa fuera de ella, y los objetos que pueblan estos mundos digitales no son meramente una creación mental, sino que coexisten con la realidad física. Por lo tanto, los digi-objetos no están separados ni se oponen a la realidad *real*, sino que existen dentro y junto a ella. El diseño de estas herramientas no respalda el trabajo de crear supuestas nuevas realidades, sino más bien nuevas experiencias dentro de la realidad misma. Aunque lejos de ser meras distracciones o "escapes" del mundo físico, estas realidades constituyen un intento de adoptar enfoques alternativos.

Las realidades digitales coexisten con la realidad física y forman un subconjunto de una realidad general más amplia. En otras palabras, estas realidades son parte del conjunto de la realidad existente. Estas existencias tienen un impacto real en la vida humana; no son experiencias meramente intangibles interconectadas con la realidad tangible, por así decirlo. Son procesos que median en la experiencia del usuario, que casi sin percatarse interactúa con el software que permite la navegación y el hardware físico subyacente.

Al sugerir que el espacio digital no es algo separado ni opuesto a la realidad, sino más bien un subconjunto de ella, desafiamos la dicotomía tradicional: este "lugar" generado por computadora no está ocurriendo en ningún plano metafísico, sin embargo —inconsistentemente—, lo que ocurre "dentro" pueden no ajustarse a las leyes físicas. Esto nos lleva a dos opciones: (a) negar o descartar toda existencia digital, o (b) aceptar esta paradoja. Descartar por completo el ámbito digital implicaría que podemos rechazar su influencia y significado en la vida contemporánea, lo cual no es factible. Independientemente de las perspectivas sobre la naturaleza de la existencia digital (ya sea que se la considere *real* o no), los efectos prácticos del mundo digital son innegables y deben reconocerse.

Por otro lado, aceptar la paradoja de la existencia digital (PED) nos permite explorar más profundamente lo que significa que algo exista en forma digital. Reconocer que, aunque los entornos digitales no se ajustan a las mismas leyes físicas que gobiernan nuestro mundo físico, poseen su propia lógica, reglas y características que influyen en el comportamiento humano y la sociedad.

Si se desconectarán todas las computadoras o, siguiendo a Russell, se erradicara la vida en la Tierra, no me interesaría apoyar la tesis de que los digi-objetos existen

---

artificial (RA), término acuñado por el artista informático Myron W. Krueger (1983). Sin embargo, este oxímoron se ha naturalizado (por su uso repetido e impreciso), y resulta ya imposible cambiar este término consagrado.

porque, *ex hypothesi*, no habría nadie para «probarlo» (Russell, 1950: 9). Pero si decidimos ignorar estos escenarios hipotéticos (un mundo sin humanos, o sin computadoras, o sin humanos ni computadoras) debemos contemplar la tesis de que los digi-objetos existen dentro de los sistemas informáticos independientemente de los agentes conscientes. Puedo apagar la computadora y hacer otra cosa, y un mundo digital continuará sin mí (Chalmers, 2022). Por tanto, debemos aceptar el hecho de que los digi-objetos, casi limitados a los confines de las computadoras, seguirán existiendo en el futuro.

A su vez, tales objetos requieren de la acción humana para su supervivencia. Los datos se conservarán a perpetuidad siempre que se copien periódicamente con corrección de errores. Un legado de «datos» que durará más que cualquier tableta de piedra, siempre y cuando «haya alguien o algo cerca para hacer un poco de limpieza regular» (Gershenfeld, 1999: 6). Esto es un punto esencial. Puede decirse casi con certeza que los digi-objetos seguirán existiendo mientras la especie humana continúe existiendo.

Siempre habrá un debate sobre la interpretación de lo que constituye la realidad, aunque desde una perspectiva realista se suele citar a menudo la independencia mental como criterio de realidad (Wright, 1986). El filósofo Hilary Putnam fue defensor de este realismo (1975: vii), aunque lo abandonó en pos de otras variedades. Concretamente, este realismo sostiene que los objetos existen independientemente de nuestras actividades cognitivas[36]. El antirrealismo consiste en negar esto (Dummett, 1978; Van Fraassen, 1980; Laudan, 1981)[37]. «El realismo ha muerto», llegó a espetar el filósofo Arthur Fine (1984: 83). Demás está decir que no concordamos con sus palabras.

Hace cientos de millones de años «los dinosaurios dominaban la Tierra». Por aquella época todavía era posible que los seres humanos nunca hubieran existido (Nolt, 2004: 74). Por tanto, es fácil aceptar la premisa de que «el cosmos existía antes

[36] El realismo es un término genérico que reúne una diversidad de puntos de vista. Esta diversidad se analiza (comúnmente en contraposición al antirrealismo), por ejemplo, en Devitt (1997), Alston (2002) o Brock y Mares (2007). Para una breve descripción de algunas variedades contemporáneas del «realismo» véase Haig y Evers (2016: 1-19).

[37] Para Dummett (1978), el realismo es la tesis de que hay enunciados que tienen un valor de verdad objetivo. Defiende la tesis opuesta (el antirrealismo) y considera que la bivalencia semántica (cualquier enunciado es verdadero o falso) es equivalente a la tesis de la «independencia mental», que él rechaza (Khlentzos, 2016: 152). Entre los filósofos de la tradición anglófona que se han adherido en algún momento al antirrealismo en «una versión u otra» se encuentran Donald Davidson, Richard Rorty, Nelson Goodman, Ian Hacking o Nancy Cartwright. No sorprende que la tradición filosófica francesa acogiera con agrado el antirrealismo. Entre los muchos ejemplos que lo apoyaron, en un sentido u otro, se encuentran Michel Foucault, Jacques Derrida, Jacques Lacan, Jean Baudrillard, Bruno Latour o Jean-Francois Lyotard (De Caro, 2015: 197-198).

que nosotros». Pero los antirrealistas interpretan esta premisa de manera diferente a los realistas, manteniendo que la existencia de este «cosmos antiguo» también depende de alguna manera de nuestra cognición (2004: 75). De manera similar, en la era anterior a las interfaces gráficas, las computadoras no eran interactivas en absoluto. Algunas fueron programadas mediante interruptores y cables. Por aquella época todavía era posible que los objetos digitales nunca hubieran existido.

Ahora bien, centrándonos en el meollo de la cuestión, debería quedar claro que si bien adoptamos una postura realista, no vamos a entablar un debate sobre los méritos o deficiencias de cada posición (un debate que ha sido históricamente poco fructífero). En esta rúbrica encontramos el *realismo directo* (Armstrong 1961, 1968; Pitcher 1971; McDowell, 1996; Huemer, 2000; Maloney, 2018; Sangeetha, 2024; Donhauser, 2024) que postula que en condiciones normales nuestros sentidos nos dan una percepción directa de los objetos que existen en el mundo independientemente de cualquier mente que pueda percibirlos. Por tanto, se opone a todas las formas de idealismo y fenomenalismo, que niegan que percibamos objetos que existen «independientemente de la mente» (Carrier, 2010: 318).

Un desarrollo temprano del realismo directo puede encontrarse en D. M. Armstrong (1961, 1968), cuyas teorías cuentan con la precisión y rigurosidad requeridas. Armstrong afirma que los objetos de percepción inmediata existen independientemente de nuestra conciencia de ellos; son «existencias físicas» (1961: xi), y no ideas o representaciones o cualquier tipo de intermediario «inmaterial» (1961: xii, 23) como propone el *realismo indirecto* o representacionalismo defendido por Grice (1961) o Jackson (1977). Esta visión implica que nunca conocemos el "mundo mismo", sólo sus representaciones. Armstrong niega la necesidad de recurrir a intermediarios mentales —generalmente llamados datos sensoriales— para explicar nuestra percepción del mundo exterior.

Con el paso del tiempo, el referido concepto de *qualia* para designar experiencias subjetivas fue introducido por medio de experimentos mentales como el *cuarto de Mary* (Jackson, 1982). Esta concepción está estrechamente relacionada con la mencionada teoría de los datos sensoriales (que ahora rara vez se respalda), a la que medianamente reemplazó. El problema es que tales experiencias subjetivas —los *qualia*— no pueden demostrarse objetivamente y, por tanto, no pueden constituir una base sólida para la investigación científica.

Cabe añadir también que, a menudo, para criticar el realismo directo o de sentido común[38], se invoca el argumento de la ilusión (Russell, 1912; Ayer, 1940; Robinson, 1994), que, lejos de ser un único argumento, implica una constelación de argumentos que explotan los «fenómenos ilusorios» (Brokes, 2000: 3). Tales argumentos a menudo resultan insatisfactorios ofreciendo una visión descuidada de la naturaleza compleja y dinámica de la percepción y algunos autores los descartan como inválidos[39] (Austin, 1962; Snowdon, 1992; French y Walters, 2018; Maloney, 2018; Gu, 2022).

Conviene explicitar que nuestro enfoque parte de dos tesis básicas, a saber: (i) una tesis ontológica que determina que existe una realidad estructurada que es independiente del pensamiento humano, y (ii) otra tesis epistemológica que supone la capacidad de conocer partes de la realidad a través de la percepción empírica y la investigación científica.

Aceptamos, por ende, en cierto grado un realismo directo o de sentido común (que estamos lejos de calificar de ingenuo y cuyo enfoque tradicional consideramos inadecuado) respecto de los objetos de la experiencia cotidiana accesibles a la observación. Esto no implica que tales objetos sean como parecen ser ante nosotros, lo cual no asumimos. Rechazamos por tanto que podamos percibir el mundo exterior directamente "tal y como es". Sólo percibimos el mundo localmente y con una gama limitada de sensores. Existe una mayor brecha entre la realidad *stricto sensu* y la percepción de lo que admite el realismo directo común.

Si bien la percepción puede ser un «indicador fiable» de la existencia de objetos materiales visibles y tangibles de «nuestro entorno inmediato», en términos generales y absolutos es un criterio de existencia sospechoso (Mandik, 2022: 143). El realismo directo que apoyamos reconoce tanto los objetos que podemos experimentar directamente a través de nuestra percepción sensorial como aquellos que observamos indirectamente a través de instrumentos que «amplían los sentidos», como microscopios, telescopios, estereoscopios, entre otros (De Caro, 2015: 199). Entre estos objetos se incluyen mesas y sillas, animales, rocas y árboles, planetas, satélites y cometas, microorganismos, así como nosotros mismos.

---

[38] El realismo de sentido común (percibimos directamente objetos ordinarios, no datos sensoriales) es «obviamente una posición realista, aunque quizás sea menos obvio que sea realismo directo» (Musgrave, 1993: 96). Aquí ambas notaciones serán usadas indistintamente.

[39] Las ilusiones, y en menor medida las alucinaciones, forman parte de la experiencia humana como resultado de complejos procesos neurobiológicos que alteran la percepción y la interpretación de la información sensorial, pero no forman parte de la vida cotidiana de la mayoría de las personas, ni suponen un problema a nuestra percepción de la *realidad*. La mayoría de nuestras experiencias diarias se basan en interacciones *reales*, concretas y coherentes con el mundo externo que nos rodea.

Como bien señala el físico John M. Ziman (1984: §2.6), los instrumentos científicos —relojes, reglas, brújulas, microscopios, telescopios, termómetros, calculadoras, videograbadoras, cámaras térmicas, computadoras, sismómetros, biosensores, máquinas de rayos X, etc.—, no sólo se utilizan para ampliar el alcance de los sentidos humanos, como se ha mencionado anteriormente, sino también para «detectar, medir y registrar fenómenos sin prejuicios personales» (1984: 36).

Igualmente, dentro del redil realista está el *realismo científico* (Smart, 1963; Leplin, 1984; Kitcher, 1993; Brown, 1994; Psillos, 1999; Chang, 2003), una variante más rigurosa y confiable que se basa en la validación y la corroboración científica, que también apoyamos. Este realismo, bien recibido por quienes abrazaron el «naturalismo quineano» (Boundas, 2007: 163), afirma que los objetos postulados por las teorías científicas, sean ellos observables o no, tienen una existencia objetiva. Esto significa que el universo descrito por la ciencia existe independientemente de cualquier agente cognoscente. Por lo tanto, entidades observables (como las galaxias) o inobservables (como las partículas elementales) existen independientemente de la conciencia humana.

Si bien la ciencia busca «descubrir un mundo real» (Hacking, 1981: 1) y, de hecho, abrazamos la búsqueda científica de la comprensión del mundo, reconocemos las limitaciones de cualquier sistema de conocimiento al alinearnos con una interpretación más pluralista o falibilista del realismo científico. Precisemos un poco más este aspecto: aunque la realidad existe y es independiente de nosotros, no puede ser comprendida ni abarcada exhaustivamente. Sólo podemos entender y representar "trozos de realidad" que interpretamos cognitivamente.

En este punto, conviene admitir que respaldamos un fisicalismo o materialismo matizado, que entendemos en el sentido que describe Quine. Es decir, los objetos físicos «son reales y existen externa e independientemente de nosotros» (Magee, 2008: 7). Que nos posicionemos en el lado materialista no quiere decir que aceptemos todo su programa. Obviamente, hay más en la existencia que «materia y vacío» (Ziman, 1984: 52). Asimismo, nos oponemos a posiciones infructuosas como la de Harman (2011), que aboga por un realismo sin materialismo.

Como bien remarca el profesor Ziman (1984, 2000) el trabajo científico es normalmente «mucho más activo e intencionado» de lo que sugiere la palabra pasiva «observación», cuya metodología apunta a neutralizar los factores subjetivos (1984: 18). El citado físico adopta una posición más moderada que reconoce la importancia del realismo en la práctica científica pero critica el realismo directo (al menos su concepción tradicional) por sobreestimar las capacidades de la mente humana. Los principios primigenios del realismo directo casi permiten evocar comparaciones con

los sistemas WYSIWYG, donde lo que ves en la pantalla es lo que obtienes. Estamos de acuerdo en que lo que llamamos realidad de sentido común no se deriva únicamente de lo que es «inmediatamente perceptible para el ojo y el oído, sino que también se construye por inferencia a partir de informaciones de todo tipo» (Ziman, 1984: 52). Podría decirse que Ziman, al igual que Thomas Kuhn, tiene una visión moderadamente constructivista de la ciencia —no todo el mundo estará de acuerdo con esta interpretación—.

A pesar de las continuas desavenencias con Ziman, hay muchos elementos de su posición que nos interesa rescatar. Por ejemplo, siguiendo sus pasos, defendemos plenamente la continuidad y conexión entre el sentido común y la ciencia —al fin y al cabo, el propósito último de la ciencia es mapear «el mundo real»—. Incluso si negamos que la ciencia sea simplemente una extensión sistemática del «sentido común a gran escala», los estándares cognitivos que debe cumplir —exactitud, especificidad, generalidad, coherencia, consistencia, rigor, etc.— son todos perfectamente de sentido común: aunque rara vez se aplican simultáneamente fuera de la ciencia (Ziman, 2000: 314).

El proceso de investigación nos permite descubrir entidades distintas y coherentes, como átomos o virus, que alguna vez fueron meras hipótesis y luego resultaron ser «tan reales como mesas o sillas», incluso si no pueden verse ni sentirse directamente. Por supuesto, podemos estar equivocados en nuestras hipótesis científicas iniciales, como a veces lo estamos en la vida cotidiana, pero esa no es razón por la que a «una entidad científica bien establecida se le deba negar el estatus ontológico que otorgamos a cualquier objeto de sentido común» con el que estemos familiarizados. Sin lugar a dudas, la descripción científica del mundo natural es muy precisa y convincente (Ziman, 1984: 52).

En desmedro de sus mejores esfuerzos, científicos de épocas anteriores «descubrieron» y llegaron a «creer muchas ideas que ahora consideramos bastante erróneas». Con toda modestia, debemos suponer que la ciencia de nuestro tiempo contiene teorías tan defectuosas como otros errores científicos del pasado. Lo que debería disipar cualquier noción de que toda la ciencia es «verdadera». El *cientificismo* (y otras posturas reduccionistas) son ilógicas y se refutan a sí mismas. La preocupación fundamental de la epistemología en esta discusión es «cuánto de este conocimiento puede considerarse verdadero o con qué firmeza debe creerse» (Ziman, 1984: 34).

En cuanto al *pluralismo metafísico* defendido por Skowron y Stacewicz (2023) lo consideramos una posición insostenible como ya hemos dejado claro (véase §3.1.3), y debería señalarse que tal pluralismo no es un aspecto necesario de los compromisos

ontológicos subyacentes aquí. Si bien se podrían sostener versiones modestas de este proyecto, dado que proporciona algunas contribuciones muy valiosas (descartando, en lo posible, las abstracciones metafísicas), se requiere una evaluación más práctica y cautelosa.

El pluralismo que favorecemos puede compararse con el trabajo de Hasok Chang (2012) quien propone un tipo de realismo científico de inspiración pragmática que difiere del canon en algunos aspectos. Este realismo defiende una forma fuerte de pluralismo metodológico y rechaza la visión realista estándar de que la verdad es primordial en la ciencia a favor de un énfasis en el progreso científico (Haig, 2020).

Para Chang (2012, §4.2), el realismo no es una cuestión de creer en la verdad de una teoría sino más bien un compromiso activo con la búsqueda pluralista del conocimiento de la realidad externa (Schummer, 2015). Si la palabra en boga para el realismo estándar es «verdad», para el realismo de Chang es progreso (2012: 223). La verdad, en este caso, debe volver a ser un concepto pragmático.

El *pluralismo epistémico* de Chang (2012: §5.1), aboga por el cultivo de «múltiples sistemas de práctica en cada campo de estudio» (2012: 253) destinado a «promover la pluralidad para cosechar sus beneficios» (2012: 268). Este pluralismo conlleva dos tipos de beneficios. Los «beneficios de la tolerancia», al permitir múltiples sistemas al mismo tiempo, cada uno de los cuales aporta diferentes resultados valiosos, y los «beneficios de la interacción», al integrar diferentes sistemas dispuestos a colaborar entre sí, produciendo conjuntamente resultados valiosos, en lugar de contribuciones separadas (2012: 269).

Chang rechaza la necesidad de un salto a la metafísica y afirma que su pluralismo es explícitamente epistemológico, sin negar el vínculo inevitable entre epistemología y metafísica (2012: 268). En este sentido, Chang pretende mantenerse «libre de toda premisa o conclusión metafísica específica», porque no cree que sea posible «justificarlas suficientemente bien» (2012: 292). Según Chang, si algo se puede decir de la realidad es que es demasiado compleja; el entendimiento humano es incapaz de «agotar la abundancia de la naturaleza», que no puede comprenderse ni abarcarse exhaustivamente (2012: 294).

En contraste con la quietud de Chang, si bien apoyamos su pluralismo epistémico, aquí respaldamos ciertos compromisos ontológicos requeridos por el tema de nuestra investigación. De igual modo, no vemos contradicción alguna entre su posición y la idea metafísicamente realista de que existe un mundo independiente. A pesar de que aquí se contempla ignorar en lo posible toda huella metafísica, esta no se puede eliminar —adoptar una posición antimetafísica sería ingenuo—. El

desarrollo de «las condiciones generales para la inteligibilidad de la realidad» debe su efectividad a ella, y en este sentido es «inevitable» (Agazzi, 2014: 445).

Cuando se trata de la física contemporánea, esta es esencialmente una física de «objetos no observables» (Agazzi, 2014: 255). Ningún físico ha visto nunca un átomo, pero existen evidencias prácticas y teorías de su existencia (el modelo atómico de Bohr, el experimento de Rutherford de dispersión de partículas α, etc.). Podría pensarse que la electricidad es una energía "invisible" que fluye a través de los cables, por ejemplo. Pero por supuesto, la electricidad no es realmente un flujo de electrones invisible. En pocas palabras, estos electrones no son visibles para el ojo humano porque son mucho más pequeños que las longitudes de onda de la luz visible. Para que un objeto sea visible, debe interactuar con la luz de manera que el ojo humano pueda detectarlo. ¡Y ni siquiera estamos hablando aquí de átomos! El nivel es aún más bajo: ¡un electrón! ¡Una partícula subatómica! Por tanto, existe toda una vorágine de entidades teóricas "inobservables" (átomos, electrones, quarks, neutrinos, fluctuaciones cuánticas, agujeros negros, genes o moléculas) postuladas por teorías físicas, químicas y biológicas fundamentales que aceptamos porque desempeñan papeles cruciales en nuestra comprensión del universo o por su capacidad para «explicar, sistematizar y predecir el comportamiento de los objetos observables», y además, al mismo tiempo, están las fuerzas y campos que pueden observarse indirectamente a través de sus efectos, como el viento, los campos magnéticos y la gravedad (Brown, 1990: 105).

«Las mesas y las sillas, y las personas que se sientan en las mesas y las sillas, son todos objetos compuestos de materia». La ciencia nos dice que «los componentes básicos de la materia son los átomos», que a su vez están formados por partículas subatómicas: «protones, neutrones y electrones» (Sankey, 2008: §1). Sin embargo, el «vocabulario de la física cuántica», que describe las propiedades de tales partículas subatómicas con gran precisión, «no puede transferirse fácilmente a palabras e imágenes de la vida cotidiana» (Von Baeyer, 2000: 56). Salvo los científicos, nadie suele hablar de entidades atómicas o subatómicas en el día a día. Más bien, hablamos de objetos físicos habituales, como mesas y sillas. Estos términos carecen de validez pragmática fuera de la ciencia. Además, sería erróneo plantear que conocer la verdad sobre estos procesos puede decirnos todo lo que hay que saber sobre la naturaleza.

Como se ha reflejado en este documento, las señales eléctricas codificadas en binario forman la capa fundamental de los digi-objetos; si bien no pueden percibirse directamente con los sentidos, son innegablemente fenómenos eléctricos reales. Sin embargo, de acuerdo con lo señalado previamente, sería una simplificación excesiva

considerar la identidad de estos objetos únicamente en estos términos. Estos procesos subyacentes permanecen principalmente inadvertidos en los entornos de la vida cotidiana.

Si bien, la ciencia nos dice que todo en la naturaleza está compuesto de partículas atómicas y, más fundamentalmente, de partículas subatómicas, algunas de las cuales están formadas por partículas elementales, nos oponemos aquí, por principio, a cualquier reduccionismo que implique que «la física de partículas elementales es la única ciencia que deberíamos necesitar» (Chang, 2012: 257). Esto implica pasar por alto la complejidad y las propiedades emergentes que se encuentran en niveles superiores de organización (como la química o la biología) que no pueden entenderse completamente simplemente observando las partículas fundamentales. Tal enfoque, además supondría minusvalorar la importancia de la experiencia sensorial en nuestro entendimiento del mundo. Como reconoció Don Locke décadas atrás, si pensáramos que no podemos percibir objetos físicos externos, probablemente «no admitiríamos con confianza su existencia». Es porque percibimos «las mesas y las sillas como lo hacemos, que aceptamos que sabemos que hay objetos externos» (1967: 129).

A diferencia de Berkeley, la razón por la que apoyamos una visión realista del mundo externo es que «la realidad de esos objetos es la mejor explicación para nuestras experiencias perceptivas comunes» (Brown, 1990: 105). Por tanto, al enfatizar un enfoque más holístico aceptamos la existencia de objetos externos no solo porque podemos analizarlos en términos de partículas subatómicas, sino también porque interactuamos con ellos en nuestra vida cotidiana.

A menudo, en nuestra vida diaria, nos relacionamos con los objetos que nos rodean de manera práctica y directa, por tanto, es mucho más plausible que alguien piense que hay una vaca en mitad del camino (y no billones de átomos organizados de una manera específica para formar el cuerpo de la vaca). Al mismo tiempo, sabemos que este animal es un organismo biológico complejo compuesto por moléculas que, a su vez, forman células, tejidos y órganos que trabajan juntos para crear las estructuras y funciones de la vaca (incluida la capacidad de producir y almacenar leche). Y, por supuesto, una vaca también es un objeto físico independiente que puede aparecer repentinamente frente a los faros de nuestro coche.

En este punto, es evidente que el realismo directo o de sentido común postula que existen mesas y sillas independientes y otros objetos físicos, mientras que el realismo científico dice que hay protones y electrones independientes y otros objetos y fenómenos normalmente inobservables (Musgrave, 1996; Devitt, 1997; Pettit, 2010).

Es útil reiterar muy sucintamente estos aspectos: el realismo científico se refiere a entidades y teorías científicas específicas que tienen como objetivo proporcionar una descripción detallada y precisa de cómo funciona el mundo, mientras que el realismo directo se ocupa del mundo físico inmediato tal como se experimenta en la vida diaria.

Es importante destacar que estas dos formas de realismo no son mutuamente excluyentes; ambas perspectivas asumen que el mundo tiene una existencia objetiva y pueden complementarse y coexistir en nuestra comprensión de la realidad. Por ejemplo, las leyes de la mecánica cuántica no se aplican a los objetos macroscópicos, donde las de la física clásica siguen siendo más fiables. Si bien las leyes de la mecánica cuántica se aplican a escalas atómicas y subatómicas, donde la física clásica falla, esta última sigue siendo muy efectiva para describir fenómenos a escala humana y en situaciones donde no se requieren correcciones cuánticas. La física clásica sigue siendo extremadamente relevante en la mayoría de las situaciones de nuestra vida y, por lo tanto, ambas teorías son fundamentales en sus respectivos dominios.

Sería una aspiración utópica (como lo es la Teoría del Todo en física) intentar construir una teoría que pueda explicar toda la realidad. Todas las teorías realistas, incluida la que aquí se pueda desarrollar, son sólo hipótesis: nunca se podrán probar. La flexibilidad es fundamental en el desarrollo del conocimiento, por ello, apostamos por un realismo de carácter hipotético y provisional cuya finalidad es pragmática. Un sistema abierto, susceptible de modificaciones y, sobre todo, de nuevas incorporaciones, siempre que éstas sean creíbles y fiables, y cuyo análisis crítico garantice su solidez lógica. En conclusión, un realismo integrativo, pragmático y coherente, dotado de sentido común y plenamente compatible con una visión científica.

La realidad parece estar en un continuo proceso integrativo. En el curso del progreso científico y tecnológico se recopilan datos experimentales que rara vez son absolutos —en su mayoría son aproximaciones—, que pueden respaldar o contradecir hipótesis previamente formuladas. A medida que se obtienen avances en instrumentación o potencia informática se van sumando o agregando elementos inéditos y se realizan nuevos análisis y experimentos que permiten refinamientos en las teorías existentes o el rechazo de las que no se ajustan a las evidencias. Con el tiempo, lo que se considera "aceptado" en la ciencia puede revisarse o actualizarse a medida que se presentan nuevas evidencias y se desarrollan nuevas tecnologías. Como resultado, nuestra comprensión del mundo natural y, por tanto,

significativamente de la realidad, puede cambiar a medida que integramos nueva información y nos adaptamos a parámetros o coordenadas actualizados.

Lo que nos gustaría llamar *realismo integrativo* toma la siguiente forma. La realidad integra todo el conocimiento humano (irreductiblemente hipotético) y, a través de su progreso, reajustamos constantemente lo que entendemos como *real* (como una nueva creación permanente). Surgen nuevas teorías, se refutan unas y se aceptan otras. Este conocimiento es sólo una representación parcial y siempre cambiante de esa realidad.

Nos basamos parcialmente en Thomas Kuhn (1970) al decir explícitamente que lo que entendemos por realidad está en constante estado de fluctuación. Sus constituyentes fundamentales, así como las teorías o conceptos, están sujetos a pruebas y perfeccionamiento continuo[40]. Está claro que el enfoque del filósofo va en contra de cualquier visión de «unidad científica» (Hacking, 1981: 4). Por supuesto, no negamos que existan parámetros fijos que rigen el comportamiento del universo de manera predecible.

Por otra parte, coincidimos plenamente con la postura expresada por Roy Bhaskar (1975) quien sostiene que el énfasis de Kuhn en los «cambios de paradigma» pasa por alto la realidad subyacente que existe independientemente de cualquier sujeto cognoscente. Además, ante la noción de «teorías inconmensurables» de Kuhn (1970: 4), surge la objeción obvia de que «si fueran literalmente inconmensurables», es decir, si no compartieran «elementos comunes de significado», es difícil ver cómo «los científicos podrían haber tenido razones para preferir una u otra» (Bhaskar, 1975: 191). Al igual que Bhaskar sostenemos que la realidad existe, aunque probablemente nunca pueda ser retratada adecuadamente.

Ponemos en duda cualquier sistema que pretenda ser único, universal y omnisciente, alejándonos así de la idea de que existe una única descripción verdadera del mundo. El realismo científico que aquí adoptamos no exige, de modo incoherente, «un punto de vista» basado en «el Ojo de Dios», como objeta Putnam (1981: 49-50). Si algo puede decirse de la realidad, aunque no haya modo de comprobarlo, es que es inabarcable. Nunca llegaremos a comprender la totalidad del mundo. Por otra parte, es sabido y aceptado que en las ciencias coexisten múltiples marcos y modelos, a veces en conflicto, que pretenden comprender con precisión los distintos aspectos del universo. Existe una realidad que buscamos descifrar a través de la investigación científica y que se explora y revela a través de sus métodos.

---

[40] Por nuestra parte, rechazamos las interpretaciones que sitúan a Kuhn en el campo antirrealista. A pesar de que comúnmente se percibe a Kuhn como un antirrealista, nunca participó en tal debate. De hecho, algunos de los argumentos que exponemos están ligeramente inspirados en su obra (1970), y su influencia en nuestro trabajo se puede ver en diferentes lugares y a diferentes niveles.

Creemos que la estrategia más prometedora, tal como la hemos esbozado, es adoptar una forma más integrativa de realismo que sintetice las dos perspectivas analizadas anteriormente. Este realismo integrativo que proponemos comprende, por tanto, en primer lugar, un realismo directo matizado que incorpora una importante salvedad epistemológica: no asumimos que nuestras percepciones de los objetos sean completamente precisas o que podamos percibirlos "tal como son"; y, en segundo lugar, una versión más pluralista del realismo científico en los términos que hemos desarrollado en los párrafos anteriores.

Este realismo integrativo conserva del pluralismo epistémico de Chang (2012) la idea de mantener una visión que reconozca la diversidad de la investigación científica donde múltiples teorías o marcos pueden coexistir. Pero rompe con ello al aceptar la idea metafísicamente realista de que existe un mundo independiente del pensamiento humano —la postura de Chang es explícitamente epistemológica—.

Nuestro análisis sugiere un enfoque integrativo que incluye tanto las revelaciones científicas como el papel fundamental de la percepción en un esfuerzo por comprender la realidad de manera más holística. Nuestra versión refinada del realismo directo proporciona un marco práctico para las interacciones cotidianas con el mundo, en particular en relación con conceptos como el espacio y el tiempo (medidos "ingenuamente" por nosotros). Tal experiencia es legítima y valiosa para comprender la realidad humana, incluso si no se alinea perfectamente con las formulaciones científicas más abstractas. Allí donde el realismo directo falla, el conocimiento científico crea modelos que, aunque puedan parecer contraintuitivos, son extremadamente útiles y precisos para predecir fenómenos y desentrañar los entresijos del universo. Incluso si nuestras percepciones son válidas para la vida cotidiana, no siempre capturan la esencia de la realidad a niveles más profundos o fundamentales, donde el realismo científico toma el mando. Este enfoque resalta que nuestras experiencias inmediatas son significativas y de extrema validez pragmática para desenvolverse en la vida diaria, a pesar de que puedan no reflejar con exactitud los detalles más abstractos y complejos que la ciencia se encarga de abordar.

Este realismo integrativo, por tanto, pretende incluir y reflejar todas las capas de la realidad como partes de un mismo paisaje. No sabemos con certeza si nuestras representaciones del mundo son precisas, por lo que sería bueno, se podría argumentar, cubrir nuestras apuestas y dejar abiertas múltiples líneas de investigación. Se trata de una noción ampliada de realismo que refleja un equilibrio epistemológico que, resolviendo las antinomias, concilia el criterio de lo progresivo, lo falible y, por tanto, lo perfectible.

4.3 | *Sub specie digitalitatis*

El mito de la computación alcanza sus límites allí donde empieza a interactuar con la realidad física. En entornos de la realidad tangible la computación es estrepitosa y contingente, y exige ser sometida a una modificación y a una supervisión permanente. Esta dinámica es particularmente evidente en el ámbito de la topología de Internet, que es fundamental para determinar cómo se transmiten y reciben los datos.

Esta topología se refiere a la disposición de los nodos —computadoras, servidores y otros dispositivos— y sus interconexiones. Existen dos tipos principales de topología: la topología física, que indica la disposición real de los dispositivos de red y las conexiones físicas entre ellos, lo que incluye cables, conexiones inalámbricas y hardware como enrutadores y conmutadores, y la topología lógica, que describe cómo fluyen los datos dentro de una red y cómo se interconectan los dispositivos, independientemente de su disposición física.

El buen funcionamiento de una red informática depende en gran parte de su topología; es decir, la forma en la que están instalados, distribuidos e interconectados todos sus elementos. Contar con una red informática bien estructurada —física y lógicamente— es esencial para asegurar el buen funcionamiento de todos los componentes vinculados. Esta comprensión de la topología de red es particularmente relevante en el contexto de la difusión de contenidos digitales. Por ejemplo, a través de una biblioteca de videos publicados en línea, una persona puede difundir sus ideas en pantallas de todo el mundo, trascendiendo su existencia física y hablando a generaciones futuras. Sin embargo, no se prescinde de lo físico; las imágenes y sonidos no flotan en el aire ni existen en una dimensión metafísica. Porque, naturalmente, Internet discurre a través de cables y soportes físicos, que a veces mordisquean los ratones. Esta red global se sustenta en una vasta infraestructura de medios físicos, que incluye cables de fibra óptica, cables de cobre y conexiones inalámbricas que funcionan como las raíces de un árbol, anclando la red y facilitando la transmisión de datos a través de grandes distancias, lo que permite a los usuarios acceder a contenidos desde cualquier parte del mundo.

En la actualidad, según el informe del STF [*Submarine Telecoms Forum*], el «99% del tráfico de telecomunicaciones mundiales» pasan por cables submarinos que permanecen ocultos a simple vista bajo las profundidades de los océanos y mares (2023: 25). Estos cables de fibra óptica pueden alcanzar velocidades de transmisión

de datos de hasta 400 terabits por segundo (Anderson, 2024). Sin embargo, esta infraestructura, cuya instalación cuesta miles de millones de dólares, no es infalible: puede verse alterada por daños físicos, y requiere una supervisión y reparación constantes.

Galloway y Thacker (2007) ponen de relieve la importancia de comprender los aspectos ambientales que influyen en el funcionamiento de las redes y que existen más allá del control humano. Esto incluye, «todas las cosas que nosotros, como individuos o grupos humanos, no controlamos ni manipulamos directamente» (2007: 157). Esta perspectiva se extiende a objetos y procesos no técnicos, como las fuerzas meteorológicas (p. ej., los rayos) que pueden afectar las conexiones inalámbricas, o la «vida acuática» que puede dañar la integridad de los cables submarinos (Ash, 2018: 10). Algunos ejemplos son los terremotos, los deslizamientos submarinos e incluso las mordeduras de tiburones (Carter *et al.* 2009).

En paralelo, el concepto de geografías digitales amplía esta discusión, representando una compleja interacción de tecnologías que se extienden más allá de la mera interacción con interfaces, pantallas o paisajes virtuales (Kinsley, 2013). Estas geografías ponen de relieve las geografías reales que evolucionan sobre la superficie de la Tierra en la era de la información. Estos cambios se manifiestan en y entre los lugares, impulsados por una creciente capacidad para «almacenar, transmitir y manipular enormes cantidades de información» (Sheppard *et al.*, 1999: 798; Ash *et al.*, 2016: 9). Un ejemplo pertinente de este fenómeno son los centros de datos, que son instalaciones diseñadas estratégicamente que albergan servidores para el almacenamiento, procesamiento y gestión de datos. A medida que estos centros de datos proliferan globalmente, no solo remodelan el paisaje digital, sino que también afectan las economías locales, la planificación urbana y las consideraciones ambientales. Esto ilustra cómo las geografías digitales están reconfigurando los espacios físicos.

Fig. 7 — Centro de datos ARSAT (2014). © ARSAT (arsat.com.ar).

Nuestro enfoque se alinea con el campo emergente de la materialidad digital, que hace hincapié en los aspectos tangibles de los digi-objetos. Por ejemplo, el software no puede existir en el vacío; está intrínsecamente integrado en portadores de datos físicos (Schäfer, 2008). Aunque el software puede desafiar el contacto físico inmediato, está enraizado en la materialidad en lugar de «flotar como una sustancia metafísica» en algún éter virtual (Boomen *et al.*, 2009: 9). Por ejemplo, pensemos en la computación en la nube, que depende de grandes granjas de servidores (enormes centros de datos). La eficiencia de las aplicaciones de software no es, por tanto, sólo un producto de su programación, sino también de las capacidades del hardware en el que operan y del entorno de red disponible. Esto pone de manifiesto la desconexión entre los apasionados pronunciamientos de gurús cibernéticos como Ray Kurzweil y sus predicciones tecnológicas, entretenidamente miopes y a menudo erróneas, y la experiencia de la gente común que «constantemente actualiza su hardware para satisfacer las demandas de nuevo software» (Gershenfeld, 1999: 5).

Esta situación resalta la brecha existente entre las visiones tecno-idealistas y las realidades prácticas que afectan la vida de los usuarios. Las ideas esbozadas previamente refuerzan la importancia de comprender cómo las infraestructuras digitales están influenciadas no solo por los elementos tangibles inherentes, sino también por sus contextos ambientales.

A mediados de la década de 1980, Friedrich Kittler sostuvo que la digitalización difuminaría las fronteras entre los distintos medios (texto, imágenes, sonido, vídeo, etc.) al transformarlos en datos intercambiables dentro de las computadoras, dando lugar así a un «bucle infinito» de conocimiento (1999: introd., i-ii). Su previsión fue parcialmente acertada, ya que la digitalización ha dado lugar, de hecho, a un flujo continuo de contenidos en el que las estructuras tradicionales pierden cada vez más relevancia.

Posteriormente, Kittler llamó la atención sobre la naturaleza situada de los digi-objetos en un provocativo artículo en el que declaró: «no hay software». Explicó que «todas las operaciones de código [...] se reducen a manipulaciones de cadenas absolutamente locales, es decir [...] a significantes de diferencias de voltaje» (1995: §10). Lo que Kittler quiso decir es que el software era, en última instancia, una abstracción, código sobre código. Todas las operaciones de software finalmente se resuelven en operaciones de hardware y, eventualmente, en diferencias de voltaje (Devine, 2019: 196; Lowood, 2023: pról., x).

Esto suscitó la respuesta de Manovich con un diagnóstico opuesto: «solo hay software». Postuló que en la era de la digitalización, todas las formas de medios se

han disuelto esencialmente en el software (2013: 152). Ambas posiciones pueden verse como reduccionistas, ya que pasan por alto el elemento esencial que cada una implica en la otra. Un medio físico siempre será necesario para el almacenamiento y la transmisión de datos; sin él, los digi-objetos no pueden existir. Una computadora sin software es simplemente una colección de interruptores que pueden estar encendidos o apagados. El software, compuesto de código binario, proporciona las instrucciones que hacen que el hardware funcione. En esencia, el hardware sin software conduce a una pantalla en negro, y el software sin hardware es inoperante, basicamente no es nada.

Consideramos que los digi-objetos son ensamblajes materiales de hardware, software y, en ocasiones, «wetware», es decir, componentes biológicos que sustentan nuestros procesos cognitivos (Tetlow, 2016: 12). Aunque estos objetos existen independientemente de nuestra percepción, a veces se encuentran a disposición cognitiva.

Pensemos en algo tan aparentemente sencillo como visitar un sitio web. El sitio web, un objeto digital por derecho propio, consta de «codificaciones de cadenas de bits» que representan diferentes tipos de contenido, como «texto, imágenes y audio», así como *scripts* que rigen su apariencia y la experiencia del usuario. Sin embargo, como dejan claro Faulkner y Runde, acceder al sitio web en sí requiere «un conjunto mucho mayor de otros objetos, en su mayoría digitales». Esto incluye dispositivos informáticos como computadoras de escritorio o portátiles en el lado del usuario, así como «servidores, enrutadores y conmutadores» en el lado del servidor, además, de contar con un equipo de red que conecte ambos extremos (2019: 10).

Simultáneamente, la operatividad de tales dispositivos informáticos depende de las propiedades específicas de sus materiales, que incluyen semiconductores, materiales de aislamiento y la arquitectura del hardware. Si bien la máquina de Turing proporciona un modelo teórico fundamental, la computación práctica se basa en la implementación física de estos cálculos en materiales tangibles, como chips de silicio, cableado y otros componentes electrónicos.

Esta estructura técnica es constitutiva de la funcionalidad de los digi-objetos, cuyos significados y funciones influyen en acontecimientos reales y resuenan con los ritmos de la vida cotidiana. Aunque estos objetos sean artificiales o simulados, existen en un contexto que está interconectado con el entorno físico, en lugar de en un reino virtual separado. Es crucial no confundir *irreal* e *inexistente*, que denotan una falta de realidad, con *artificial* o *simulado* que no implican que algo carezca de existencia. Un objeto puede ser artificial o simulado y, al mismo tiempo, ser objetivamente *real*. Por «objetivo» entendemos, por así decirlo, algo que diferentes

personas pueden ver desde diferentes perspectivas personales y, al mismo tiempo, nadie duda de que existe «independientemente de todos los observadores» (Ziman, 1984: 36-37). Una entidad simulada y artificial como un digi-objeto puede ser diseñada para representar algo real y, simultáneamente, existir por sí misma, aunque sea una representación de algo (es decir, una simulación). A pesar de carecer de una forma física tangible (por su naturaleza digital), existe como una serie de datos dentro de un sistema informático. Interactuamos con estos objetos, los percibimos objetivamente a través de dispositivos y pueden influir en nuestra realidad, incluso si no son objetos físicos en el sentido tradicional.

Si bien los digi-objetos pueden autorregularse y, por lo tanto, superar las intenciones de sus creadores, no pueden establecer por sí mismos «nuevos marcos de autorregulación» (Rodgers, 2022: 212). En otras palabras, los digi-objetos pueden operar de maneras inesperadas o imprevistas, a menudo debido a su complejidad o a los datos que procesan. Sin embargo, no pueden configurar de manera autónoma nuevas formas de autorregulación ni crear las infraestructuras y plataformas tecnológicas que necesitan para existir sin la intervención humana. A pesar de ello, como ya hemos dicho, los objetos que vemos en la pantalla poseen una existencia objetiva: son representaciones de datos almacenados en dispositivos electrónicos. Cuando apagas tu computadora, los datos permanecen intactos; cuando la vuelves a encender, los espacios virtuales pueden reanudarse, lo que demuestra que tienen una existencia que persiste en el tiempo independientemente de si estás interactuando activamente con ellos.

La tecnología digital se define por las interacciones a través de pantallas, que incluyen interfaces visuales, discursivas y codificadas que se basan en infraestructuras materiales subyacentes. En este dominio multifacético que integra elementos visuales, auditivos y materiales, el color desempeña un papel crucial en la experiencia del usuario y el diseño de la interfaz[41]. Si bien los colores que vemos en las pantallas se crean mediante procesos tecnológicos específicos —como CRT, LCD o LED— en lugar de ser propiedades inherentes de los objetos que representan, son *reales* en términos de experiencia visual. Desde un punto de vista físico, estos colores son el resultado de cómo la luz interactúa con los píxeles y cómo estos se iluminan y se combinan para producir diferentes longitudes de onda de luz.

[41] Lo que llamamos "color" está relacionado con las longitudes de onda visibles de la radiación electromagnética. Es una propiedad física que interpreta el cerebro humano al procesar la luz que entra por nuestros ojos. Los colores existen independientemente de nuestra percepción; por ejemplo, el color de la puesta de sol en Marte seguiría siendo el mismo, incluso si no hubiera ningún ser humano presente para verlo.

Más allá de la apariencia, la operatividad de una interfaz —concebida como una matriz de objetos digitales— implica, en términos generales, que se lleven a cabo procesos que responden al uso y al acceso a datos a través de varias características clave: procesamiento digital, interactividad, hipertextualidad, distribución, difusión, transporte y almacenamiento. Estas características son fundamentales para el diseño y la conceptualización gráfica de una interfaz, y permiten dejar atrás «la trampa de la metáfora» que presenta al digi-objeto como «un objeto fuera de la realidad» (Castañeda Arredondo, 2019: 88-89).

La importancia de estas contribuciones radica en su esfuerzo por reevaluar el concepto de materialidad digital, desafiando la creencia errónea de que los digi-objetos son inmateriales debido a su naturaleza informativa. Si bien es cierto que, los digi-objetos carecen de una forma física tangible (a diferencia de una silla o una pelota), dependen inherentemente de una infraestructura material para su creación, almacenamiento y transmisión. Esto nos lleva a seguir insistentemente caminos ya transitados.

Es erróneo concebir el mundo digital que nos rodea como una red de «átomos materiales y bits inmateriales» (Baskerville *et al.*, 2020: 14). Los bits, como unidades fundamentales de información, existen en un sentido abstracto dentro de las limitaciones de la realidad física. Para que un bit sea un bit, debe estar almacenado en algún lugar: en discos ópticos (como CD, DVD y Blu-ray), discos duros, memorias RAM, unidades flash o en la nube. Estos medios se basan en principios físicos, como el magnetismo y la carga eléctrica, para representar datos binarios. Sin embargo, los digi-objetos compuestos por estos bits parecen funcionar independientemente de las restricciones físicas que rigen los medios en los que residen. Esta disparidad se relaciona con la PED: mientras que los bits están sujetos a leyes físicas, los digi-objetos que constituyen pueden comportarse de maneras que parecen trascender estas leyes.

En este sentido, el ciberespacio es ciertamente una construcción paralela, que opera dentro de las realidades físicas de la tecnología y los sistemas de comunicación, y está, por lo tanto, moldeado por las infraestructuras que lo sustentan. De manera evidente, este mundo digital no es un universo paralelo al mundo real; simplemente a veces se le trata como tal.

La naturaleza de los digi-objetos es compleja y plantea interrogantes significativos, particularmente en lo relativo a la posibilidad de crear copias digitales *idénticas*. Esto contrasta con los objetos técnicos, cuya producción en masa a partir de un modelo no da lugar a una «identidad». Por ejemplo, a menudo se dice que dos automóviles «son del mismo modelo», pero no el mismo automóvil. En cambio,

solemos decir que el archivo que acabo de copiar en mi disco externo, es el mismo archivo que está «adjunto en un correo electrónico que acabo de enviar» (Berti, 2017: 21-22). Las copias digitales son, en principio, idénticas en contenido y estructura, lo que impulsa la necesidad de aclarar la distinción entre identidad y semejanza.

Un objeto digital x podría ser un duplicado exacto de otro objeto digital x', en cuyo caso x es lo mismo que x' en el sentido de que hay un clon o una copia de x. Sin embargo, esto no implica que x y x' sean idénticos. Aunque sus respectivas secuencias de 0 y 1 (es decir, secuencias de bits) son iguales, estas secuencias pueden estar almacenadas en diferentes ubicaciones físicas y esto significa que no son idénticas. Si destruimos x, x' no tiene por qué desaparecer por completo (Chen, 2023). Además, esto plantea qué hace que una imagen *idéntica*, por ejemplo, se convierta en un objeto digital (.jpg) y no en otro (.png, .raw, .tiff, etc.).

Gran parte de la realidad del mundo se ha vuelto digital: simbólica, electrónica y omnipresente en la vida cotidiana. Internet ha transformado significativamente nuestras percepciones espacio-temporales y las ha reducido radicalmente, de tal manera que los digi-objetos se han vuelto «omnipresentes y ubicuos» (Deuze, 2011: 137). Este cambio ha dado lugar a un nuevo panorama en el que la información y las interacciones son accesibles instantáneamente en cualquier momento y lugar, lo que altera fundamentalmente la forma en que interactuamos con el mundo que nos rodea. En los tiempos electrónicos globales los digi-objetos están en todas partes al mismo tiempo. La rápida evolución de estos objetos ha hecho necesario el surgimiento de nuevos paradigmas computacionales (véase §1.1) que redefinen nuestra interacción con la tecnología y la información. Estos objetos permean varios aspectos de la vida, influyendo en las interacciones sociales, el comercio, la educación y la cultura, lo que subraya el profundo impacto de la tecnología en nuestra existencia contemporánea.

A pesar de que los fundamentos matemáticos de la tecnología digital han existido durante siglos, la humanidad ha vivido en gran medida en un mundo «esencialmente analógico» durante la mayor parte de su desarrollo (Bowen y Giannini, 2014: 324). La llegada de Internet hizo posible la comunicación digital global, primero para los iniciados y más tarde, con la llegada de la World Wide Web en la década de 1990, para una gran parte de la población mundial (Berners-Lee, 1999). Esta democratización de los contenidos y su acceso a ellos ha dado lugar a una explosión de datos y conectividad que ha reconfigurado las normas y expectativas sociales. Esto ha generado un debate epistemológico sobre cómo se produce el conocimiento en la esfera digital y a través de Internet, que es cada vez más el entorno que "habitamos" como especie.

Berry y Dieter (2015) sostienen que las tecnologías, productos y sistemas digitales ya no son opcionales; están profundamente integrados en nuestras sociedades y en nuestras vidas diarias. Las posibilidades de vivir en una comunidad *ad hoc* «libre de lo digital» son ínfimas, prácticamente inexistentes (Meehan, 2020: 419). En consecuencia, si bien existe un creciente interés por los formatos analógicos, la experiencia humana se desarrolla cada vez más *sub specie digitalitatis.* Estos cambios de paradigmas plantean desafíos y oportunidades por igual. Esta evolución subraya la necesidad de una adaptación crítica y consciente a un mundo cada vez más digital.

La exploración de digi-objetos se ha llevado a cabo en múltiples contextos disciplinarios como la filosofía, las ciencias de la computación, los estudios de medios y la tecnología de la información. La falta de una conceptualización estandarizada de tales objetos en estas disciplinas es patente, ya que cada una los define de manera diversa (manteniendo algunos puntos en común), lo que lleva a una fragmentación. Existe una necesidad apremiante de establecer definiciones estandarizadas y marcos coherentes para los digi-objetos. Estas entidades poseen varias características fundamentales que están presentes en prácticamente todos los casos y que, en general, son consistentes. Esto proporciona un marco axiomático que permite presentar de una manera muy clara y concisa una serie de principios:

(i) Composición binaria. Los digi-objetos se componen de secuencias de bits (0 y 1), que se organizan en bytes (8 bits), así como en estructuras de datos más complejas. Estos bits representan la información en formato digital, es decir, en forma de valores discretos. Todo objeto digital se codifica en binario, que es el sistema fundamental que utilizan las computadoras para almacenar, procesar y transmitir datos electrónicamente.

Estos objetos frecuentemente incluyen metadatos —datos sobre el propio digi-objeto que contextualizan su naturaleza y características, como fecha de creación, autor y formato—. Pueden clasificarse en varios tipos según su estructura y el tipo de datos que contienen. Algunos ejemplos comunes incluyen: archivos de texto (p. ej., .txt, .docx, .pdf); archivos de imagen (p. ej., .jpg, .png, .gif); archivos de audio (p. ej., .mp3, .wav); archivos de vídeo (p. ej., .mp4, .avi, .mkv); archivos ejecutables (p. ej., .exe, .app); contenido web, como archivos HTML (.html), CSS (.css) o JavaScript (.js); archivos de datos (p. ej., .csv, .xml, .json); aplicaciones de software (p. ej., formatos ejecutables, paquetes de instalación, *scripts*); bases de datos (p. ej., .sql, .accdb, .mdb); objetos virtuales (p. ej., .vhd, .vhdx); archivos para empaquetar y distribuir dispositivos virtuales (p. ej., .ova, .ovf); modelos 3D y archivos CAD (p. ej.,

.stl, .obj, .fbx); libros electrónicos (p. ej., .epub, .mobi); archivos de marcado y configuración (p. ej., .yaml, .yml, .ini, .cfg); archivos comprimidos (p. ej., .zip, .tar, .rar); modelos de aprendizaje automático (p. ej., .h5, .pb, .pt, .pth); código de programación (p. ej., .py, .java, .c, .cpp) que define el comportamiento y los algoritmos de la IA. Cada uno de estos formatos utiliza un esquema de codificación específico que determina cómo se representan y almacenan los datos que contienen.

(ii) Intangibilidad. Todo objeto digital carece de una forma física tangible, aunque dependen inherentemente de una infraestructura material para su creación, almacenamiento y transmisión. Esto incluye hardware físico, como servidores, redes y dispositivos de almacenamiento, así como aplicaciones de software que permiten su acceso y manipulación.

(iii) Interconectividad y transmisibilidad. Todo objeto digital puede ser transmitido a través de redes, como Internet, de forma casi instantánea. Se pueden compartir y acceder a ellos desde prácticamente cualquier lugar del mundo en tiempo real, lo que rompe las barreras geográficas y facilita su acceso global. Además, pueden interconectarse con otros objetos digitales, lo que permite una vasta red de información, plataformas y aplicaciones (por ejemplo, servicios de almacenamiento en la nube). Si bien no todos los digi-objetos residen en el ciberespacio (algunos se almacenan en dispositivos locales o dentro de sistemas cerrados), una amplia gama de estos objetos se encuentran en este ecosistema electrónico debido a la omnipresencia de Internet y las tecnologías digitales interconectadas. Este aspecto crucial los distingue de los objetos físicos —sólidos, líquidos, gases y plasma—, permitiendo nuevas formas de interacción, accesibilidad y representación que no eran posibles antes de la llegada de la tecnología digital.

Las tres características que acabamos de destacar (estar hechos de bits, ser intangibles y tener la capacidad de transmitirse a través de redes) no están presentes en los objetos físicos. Consideramos también importante señalar una serie de características comúnmente presentes en los objetos digitales (interactividad, modularidad, interoperabilidad, modificabilidad, escalabilidad y reproducibilidad), las cuales se diferencian de las características fundamentales (más significativas) en el hecho de que también suelen estar asociadas de algún modo a los objetos físicos, aunque en menor grado. Estas cualidades se pueden resumir en varios puntos:

(a) Interactividad. Los digi-objetos están diseñados para interactuar con los

usuarios de múltiples maneras, creando experiencias activas y participativas, como a través de sitios web interactivos, videojuegos y software educativo. Estas herramientas pueden incluir características como botones clicables, gestos táctiles y diseños responsivos que se adaptan a las interacciones del usuario ajustando la presentación visual del contenido. Esta interactividad permite a los usuarios manipular contenido digital, recibir retroalimentación inmediata y participar de manera más profunda en las aplicaciones. Por el contrario, los objetos físicos tienden a brindar una experiencia estática a menos que estén integrados con tecnología, como pantallas táctiles o elementos de realidad aumentada, para proporcionar interactividad y enriquecer la experiencia del usuario.

(b) Modularidad. Esta característica permite estructurar los digi-objetos como componentes o módulos discretos que se pueden ensamblar, modificar o reemplazar de forma independiente sin afectar a todo el sistema. La modularidad facilita el desarrollo de componentes de software de manera independiente, lo que permite combinarlos de forma similar a los bloques de construcción físicos. Esta estructura modular brinda flexibilidad en el diseño y la funcionalidad, lo que facilita futuras actualizaciones y ampliaciones. La modularidad está interrelacionada con la granularidad, que se refiere al tamaño y nivel de descomposición de un digi-objeto en partes más pequeñas o gránulos.

(c) Interoperabilidad. Los digi-objetos pueden funcionar en diferentes plataformas y sistemas, lo que permite una comunicación y colaboración fluidas. Esta interoperabilidad es crucial en el panorama digital interconectado actual, donde diferentes servicios, dispositivos y aplicaciones a menudo deben operar conjuntamente, compartiendo e intercambiando datos de manera eficiente.

(d) Modificabilidad. Los digi-objetos se pueden alterar o editar fácilmente, lo que permite realizar modificaciones sin necesidad de hacer cambios físicos permanentes o crear un nuevo objeto desde cero. Estos objetos pueden evolucionar con el tiempo a medida que avanza la tecnología, incorporando nuevos datos, características o funcionalidades, reflejando un estado más dinámico en comparación con los objetos físicos estáticos. Los digi-objetos también se pueden transformar o convertir a diferentes formatos sin una pérdida significativa de contenido. Pueden tener múltiples versiones, lo que permite el seguimiento de los cambios y actualizaciones a lo largo de su ciclo de vida, como Google Docs, que guarda cada edición y permite a los usuarios volver a borradores anteriores.

(e) Escalabilidad. Los digi-objetos pueden adaptarse y escalarse para diferentes formatos y plataformas, permitiendo manejar grandes cantidades de datos de manera rápida y eficiente. En términos de almacenamiento, procesamiento y accesibilidad, los digi-objetos se pueden ampliar o reducir fácilmente sin las limitaciones del espacio físico o los recursos materiales, lo que permite un crecimiento flexible sin costes o esfuerzos adicionales significativos.

(f) Reproducibilidad. Los digi-objetos pueden ser duplicados y distribuidos rápidamente sin degradación de la calidad. Esta naturaleza digital fácilmente duplicable permite copias idénticas en términos de contenido, aunque no necesariamente son las mismas debido a diferencias en las ubicaciones de almacenamiento o formatos de archivo.

Esta comprensión más integrativa de los digi-objetos destaca sus propiedades únicas y el impacto transformador de la tecnología digital en la realidad contemporánea. Ningún investigador ha sostenido exactamente los nueve puntos que se presentan clasificados en dos grupos: i-iii y a-f, los cuales engloban características fundamentales y comunes. Este conjunto resulta útil no solo para la discusión filosófica, sino también para la difusión de una concepción popular de los digi-objetos. Nuestra finalidad es elaborar, a partir de lo ya conocido y de lo que quizás se pueda suponer de estos objetos, un exhaustivo bosquejo, además de configurar algunos conceptos y aportar un orden a su estructura. En suma: definir o erigir una manera de ver y desarrollar un enfoque sobre los digi-objetos y sus relaciones con los seres humanos y el mundo.

5 | CONCLUSIONES

En este artículo, nuestro objetivo ha sido contribuir a la literatura sobre la investigación de objetos digitales, promoviendo distintas ideas y enfoques, a veces de manera oblicua, justo es reconocerlo. Para empezar hemos esbozado como el nacimiento de la World Wide Web introdujo una plataforma en la que ya no se puede acceder a los datos de forma aislada, sino que están inherentemente interconectados. El desarrollo de Internet y el surgimiento de nuevos paradigmas computacionales transformó progresivamente la forma en que interactuamos con la información y los digi-objetos.

A lo largo del artículo se han discutido diversas definiciones y características de los digi-objetos, enfatizando su intangibilidad, modularidad, ubicuidad y globalidad, en las que se hace patente una falta de consenso en la definición, ya que distintos campos interpretan estos objetos de diferentes maneras. A pesar de su naturaleza intangente y su composición binaria, son entidades concretas que existen en un ecosistema socio-tecnológico complejo. También hemos examinado diferentes posturas filosóficas sobre la existencia de los digi-objetos, haciendo referencia a pensadores como Yuk Hui (2012, 2016), David Chalmers (2003, 2017, 2019) y Philip Brey (2003, 2008, 2014). Estas aportaciones subrayan la necesidad de un enfoque que considere el estatus ontológico de estos artefactos y su impacto en nuestras experiencias y comprensión de la realidad.

Hemos repasado brevemente la historia y el desarrollo de las interfaces gráficas y la computación personal, destacando cómo estos avances han transformado la comprensión y la interacción con los digi-objetos. En la era de las interfaces de línea de comandos, las pantallas eran típicamente monocromáticas con sólo textos brillantes. Como resultado, la introducción de las GUI representó una piedra angular crucial, permitiendo a los usuarios interactuar con digi-objetos a través de elementos visuales como ventanas, íconos y menús.

Nuestro análisis ha explorado igualmente la intersección entre la computación y la realidad física, enfatizando la importancia de la topología de Internet y la materialidad digital (Boomen *et al.*, 2009). Habiendo procurado ilustrar la rápida difusión de instrumentos computacionales, hemos demostrado el papel fundamental que desempeñan las infraestructuras físicas —como los cables submarinos y centros de datos—, para hacer posible las telecomunicaciones globales. Se reconoce también que los factores ambientales, como el clima y la vida marina, pueden afectar las redes informáticas cruciales para la comunicación digital. Los digi-objetos, aunque pueden parecer etéreos, dependen de estas infraestructuras físicas para su existencia, almacenamiento y transmisión. Indudablemente, hay muchas más variables a contemplar y se han omitido numerosos aspectos en este estudio.

Los digi-objetos son entidades complejas que operan dentro de sistemas interconectados. Básicamente pueden entenderse como unidades discretas de información almacenadas en formato digital, compuestas de bits, que pueden crearse, almacenarse, manipularse, procesarse y transmitirse a través de Internet y otros medios. Son representaciones de datos almacenados en dispositivos electrónicos que a menudo incluyen metadatos asociados para su contextualización y organización. Existen dentro de una infraestructura física y están regidos por procesos computacionales, lo que permite una fácil reproducción, interoperabilidad

y acceso a través de redes y diversas plataformas digitales. Puede decirse que los digi-objetos no son inmateriales en el sentido más estricto; están representados por construcciones materiales, que incluyen hardware, software y, a veces, wetware (Tetlow, 2016).

La idea fundamental sobre la que se cimenta esta investigación es que los objetos digitales poseen un estatus existencial propio que trasciende su mera representación, ya que interactúan y coexisten con el mundo físico y social, lo que subraya la complejidad y la importancia de su estudio en el contexto actual. En la sociedad contemporánea, las personas viven la realidad a través de lentes digitales, lo que influye profundamente en sus interacciones sociales, culturales y económicas. La transición de lo analógico a lo digital ha transformado nuestra percepción del espacio y del tiempo. Internet y la computación han dado lugar a un ciberespacio que redefine la manera en que vivimos y experimentamos el mundo.

Se han señalado varias paradojas y ambigüedades en el tema de esta investigación, dos de nuestra autoría: PAD y PED. La realidad en sí no es inherentemente paradójica; por lo tanto, cuando nos topamos con paradojas, es fundamental examinar y reconsiderar nuestros procesos de pensamiento y los patrones que utilizamos para comprender el mundo.

En nuestra investigación, proponemos un realismo integrativo (véase §4.2) que encapsula todas las ideas principales articuladas en el texto, sugiriendo que los digi-objetos son reales en su propio contexto, al tiempo que están inextricablemente conectados a la experiencia humana y al mundo físico. Existen numerosas maneras de desarrollar aún más las explicaciones que hemos propuesto. Por nuestra parte, hemos tratado de esbozar los elementos de una teoría realista de los objetos digitales, proporcionando el andamiaje conceptual en el que basarla y evidencia suficiente para indicar la naturaleza necesaria y relevante de tal empresa.

Nos resulta difícil afirmar que la teoría se presenta de forma completamente satisfactoria. En cualquier caso, se puede decir que, en el curso del progreso, se nos permite ascender a cierta altura para mirar hacia atrás y ver nuestro camino y, luego, tener una visión más clara de nuestro recorrido.

La evolución de las tecnologías futuras, como la computación cuántica, plantea nuevos desafíos y oportunidades que podrían redefinir qué entendemos como hardware y software. Las implicaciones de la computación cuántica son significativas y merecen una consideración seria a medida que imaginamos el futuro de la computación (Skowron y Stacewicz, 2023). Pero no necesitamos conjeturar sobre un futuro especulativo por encima y en contra de la computación digital tradicional en el que ésta queda desplazada por alternativas que están aún en estado

embrionario, como la computación cuántica o la hipercomputación. Mientras que la predicción se trata de cálculo estas especulaciones siempre ofrecen un gesto utópico. Deberíamos centrarnos en cómo estas nuevas tecnologías podrían coexistir y complementar los paradigmas existentes. Otras tecnologías emergentes, como la cadena de bloques y la inteligencia artificial avanzada (véase §1.1), complicarán aún más la ontología de los digi-objetos, lo que requerirá un enfoque proactivo para anticipar las transformaciones que estas tecnologías podrían generar.

Cerramos señalando la preocupación planteada por Faulkner y Runde (2019), que postula que es al menos concebible que surjan en el futuro nuevas formas de computación en las que las entidades básicas empleadas en el almacenamiento y manipulación de la información difieran significativamente de las que se han descrito. Por ejemplo, la implementación exitosa de la computación ternaria, que utiliza tres estados para representar la información, podría desafiar el paradigma binario predominante. Si bien reconocemos que estas innovaciones son teóricamente posibles, consideramos que la probabilidad de que se adopten a gran escala es bastante baja, en particular en el futuro cercano.

Para concluir, nos gustaría pensar que este documento constituye un hallazgo con el potencial de influir en futuras investigaciones. Esperamos que al menos sirva como introducción a los rudimentos de los digi-objetos; construcciones que, aunque no siempre accesibles a simple vista, parecen dar forma a cada translúcido rincón de nuestra existencia contemporánea. Las observaciones analizadas en este trabajo suponen una aventura en curso que continúa dando giros y vueltas asombrosos, al tiempo que proporciona abundante alimento para la reflexión.

REFERENCIAS

[1] Abelson, H., y diSessa, A. (1981). *Turtle Geometry: The Computer as a Medium for Exploring Mathematics*. Cambridge, MA: MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/6933.001.0001

[2] Abrams, S. L. (2004). *The Role of Format in Digital Preservation*. VINE: Very Informal Newsletter on Library Automation, 34 (2): 49–55. https://doi.org/10.1108/03055720410530997

[3] Agazzi, E. (2014). *Scientific Objectivity and Its Contexts*. Cham, CH: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04660-0

[4] Agustín, San. (1979). *Confesiones*. Obras completas, II. Madrid, ES: BAC, Editorial Católica.

[5] Allison, A., Currall, J., Moss, M., y Stuart, S. (2005). *Digital Identity Matters*. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 56 (4): 364–372.

[6] Allen, J. (1983). *Maintaining Knowledge about Temporal Intervals*. Communications of the ACM, 26 (11): 832–843. https://doi.org/10.1145/182.358434

[7] Allen, J. (1984). *Towards a General Theory of Action and Time*. Artificial Intelligence, 23 (2): 123–154. https://doi.org/10.1016/0004-3702(84)90008-0

[8] Alston, W. P., ed. (2002). *Realism and Antirealism*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

[9] Anderson, M. (2024). *New Fiber Optics Tech Smashes Data Rate Record*. IEEE Spectrum. https://spectrum.ieee.org/fiber-optic-cable-record

[10] Andriopoulou, F., Dagiuklas, T., y Orphanoudakis, T. (2016). *Integrating IoT and Fog Computing for Healthcare Service Delivery*. En: Keramidas, G., Voros, N., y Hübner, M., eds. Components and Services for IoT Platforms. Cham, CH: Springer International Publishing, 213–232. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42304-3_11

[11] Araya, A. A. (1997). *Experiencing the World Through Interactive Learning Environments*. Philosophy and Technology, 3 (2). En: Ewing, E. T., y Randall, K., eds. Viral Networks: Connecting Digital Humanities and Medical History. Blacksburg, VA: Virginia Tech Publishing. https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v3n2/ARAYA.html

[12] Armstrong , D. M. (1961). *Perception and the Physical World*. London, UK: Routledge & Kegan Paul.

[13] Armstrong, D. M. (1968). *A Materialist Theory of the Mind*. London, UK: Routledge & Kegan Paul.

[14] Arntzenius, F. (2012). *Space, Time, and Stuff*. Oxford, UK: Oxford University Press.

[15] Ash, J. (2018). *Phase Media: Space, Time and the Politics of Smart Objects*. New York, NY: Bloomsbury.

[16] Ash, J., Kitchin, R., y Leszczynski, A. (2016). *Digital Turn, Digital Geographies?*. Progress in Human Geography, 42 (1): 25–43. https://doi.org/10.1177/0309132516664800

[17] Ayer, A. J. (1940). *The Foundations of Empirical Knowledge*. New York, NY: Macmillan.

[18] Austin, J. L. (1962). *Sense and Sensibilia*. Oxford, UK: Oxford University Press.

[19] Babaie, H. A. (2011). *Modeling Geodynamic Processes with Ontologies*. En: Keller, G., y Baru, C., eds. Geoinformatics: Cyberinfrastructure for the Solid Earth Sciences. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 166–190. https://doi.org/10.1017/CBO9780511976308.012

[20] Bächtold, M. (2010). *Saving Mach's View on Atoms*. Journal for General Philosophy of Science, 41: 1–19. https://doi.org/10.1007/s10838-009-9109-x

[21] Baldwin, C. Y., y Clark, K. B. (2000). *Design Rules: The Power of Modularity* (vol. 1). Cambridge, MA: MIT Press.

[22] Baskerville, R. L., Myers, M. D., y Yoo, Y. (2020). *Digital First: The Ontological Reversal and New Challenges for Information Systems Research*. MIS Quarterly, 44 (2): 509–523. https://doi.org/10.25300/MISQ/2020/14418

[23] Becker, C. (2018). *Metaphors We Work By: Reframing Digital Objects, Significant Properties, and the Design of Digital Preservation Systems*. Archivaria, 85: 6–36. https://muse.jhu.edu/article/694332

[24] Beisbart, C. (2019). *Virtual Realism: Really Realism or only Virtually so? A Comment on D. J. Chalmers's Petrus Hispanus Lectures*. Disputatio, 11 (55) 297-331. https://doi.org/10.2478/disp-2019-0008

[25] Berti, A. (2017). *La integridad de los replicantes. Medio asociado y límites en los objetos digitales*. En: Lawler, D., Vaccari, A., y Blanco, J., eds. La técnica en cuestión. Artificialidad, cultura material y ontología de lo creado. Buenos Aires, ARG: UAI - Teseo. https://www.teseopress.com/latecnicaencuestion

[26] Berners-Lee, T. (1999). *Weaving the Web*. London, UK: Orion Business Books.

[27] Berners-Lee, T., Hendler, J., y Lassila O. (2001). *The Semantic Web*. Scientific American Magazine, 284 (5): 34–43. https://doi.org/10.1038/scientificamerican0501-34

[28] Berry, D. M., y Dieter, M., eds. (2015). *Postdigital Aesthetics: Art, Computation and Design*. New York, NY: Palgrave-Macmillan.

[29] Bhaskar, R. (1975). *A Realist Theory of Science*. Leeds, UK: Leeds Books.

[30] Bitbol, M. (1996). *Towards a New Ontology*. En: Schrödinger's Philosophy of Quantum Mechanics. Boston Studies in the Philosophy of Science, 188. Dordrecht, NLD: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1772-9_4

[31] Blanco, J., y Berti, A. (2013). *¿Objetos digitales?*. IV Coloquio Internacional de Filosofía de la Tecnología: Tensiones, continuidades y rupturas. Buenos Aires, ARG: UAI - Teseo, 57-65.

[32] Blanco, J., y Berti, A. (2016). *No hay hardware sin software: Crítica del dualismo digital*. Quadranti, 4 (1-2): 197–214. http://hdl.handle.net/11336/96809

[33] Boden, M. A. (2006). *Mind as Machine: A History of Cognitive Science* (vol. 1 y 2). Oxford, UK: Oxford University Press.

[34] Bolter, J. D., y Grusin, R. A. (1999). *Remediation: Understanding New Media*. Cambridge, MA: MIT Press.

[35] Boomen, M. v. d., Lammes, S., Lehmann, A.-S., Raessens, J., y Schäfer, M. T., eds. (2009). *Digital Material: Tracing New Media in Everyday Life and Technology*. Amsterdam, NLD: Amsterdam University Press. https://doi.org/10.5117/9789089640680

[36] Bostrom, N. (2003). *Are We Living in a Computer Simulation?*. The Philosophical Quarterly, 53 (211): 243–255. https://www.simulation-argument.com/simulation

[37] Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford, UK: Oxford University Press.

[38] Boundas, C. V., ed. (2007). *The Edinburgh Companion to Twentieth-Century Philosophies*. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press. https://doi.org/10.1515/9780748629299

[39] Bowen, J. P., y Giannini, T. (2014). *Digitalism: The New Realism?*. Electronic Visualisation and the Arts (EVA 2014): 324–331. https://doi.org/10.14236/ewic/EVA2014.76

[40] Brey, P. (1998). *Space-Shaping Technologies and the Geographical Disembedding of Place*. Philosophies of Place. Philosophy and Geography, 3: 239–263. New York, NY: Rowman & Littlefield.

[41] Brey, P. (2003). *The Social Ontology of Virtual Environments*. The American Journal of Economics and Sociology, 62 (1): 269–282.

[42] Brey, P. (2008). *Virtual Reality and Computer Simulation*. En: Himma, K., y Tavani, H., eds. The Handbook of Information and Computer Ethics. Hoboken, NJ: Wiley, 361–384. https://doi.org/10.1002/9780470281819.ch15

[43] Brey, P. (2014). *The Physical and Social Reality of Virtual Worlds*. En: Grimshaw, M., ed. The Oxford handbook of virtuality. Oxford, UK: Oxford University Press, 42–54. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199826162.013.029

[44] Brock, S., y Mares, E. (2007). *Realism and Anti-Realism*. London, UK: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315712215

[45] Brokes, A. J. (2000). *The Argument from Illusion Reconsidered*. Disputatio 1 (9): 2-9. https://doi.org/10.2478/disp-2000-0008

[46] Brooks, F. P. (1986). *Walkthrough: A Dynamic Graphics System for Simulating Virtual Buildings*. Proceedings of the 1986 workshop on Interactive 3D graphics. New York, NY: Association for Computing Machinery, 9–21. https://doi.org/10.1145/319120.319122

[47] Brown, A. (2006). *Automatic Format Identification Using PRONOM and DROID*. The National Archives, Digital Preservation 1, (2). www.nationalarchives.gov.uk/aboutapps/fileformat/pdf/automatic_format_identification.pdf

[48] Brown, J. R. (1990). *π in the Sky*. En: Irvine, A. D., eds. Physicalism in Mathematics. The University of Western Ontario Series in Philosophy of Science, 45. Dordrecht, NLD: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1902-0_5

[49] Brown, J. R. (1994). *Smoke and Mirrors: How Science Reflects Reality*. London, UK: Routledge.

[50] Campbell, J. O., y Price, M. E. (2019). *Universal Darwinism and the Origins of Order*. En: Georgiev, G., Smart, J., Flores Martinez, C., y Price, M., eds. Evolution, Development and Complexity. Springer Proceedings in Complexity. Cham, CH: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00075-2_10

[51] Capurro, R. (2008). *Interpreting the Digital Human*. http://www.capurro.de/wisconsin.html

[52] Carrier, L. S. (2010). *Direct Realism*. En: J. Dancy, J., E. Sosa, E., y Steup, M., eds. A Companion to Epistemology (2da. edición). Malden, MA: Wiley-Blackwell, 318–322. https://doi.org/10.1002/9781444315080

[53] Carter, B. (1983). *The Anthropic Principle and its Implications for Biological Evolution*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. A310 (1512): 347–363. https://doi.org/10.1098/rsta.1983.0096

[54] Carter, L., Burnett, D., Drew, S., Marle, G., Hagadorn, L., Bartlett-McNeil, D., y Irvine N. (2009). *Submarine Cables and the Oceans: Connecting the World*. UNEP-WCMC Biodiversity Series, 31. Cambridge, UK: ICPC/UNEP/UNEP-WCMC. https://doi.org/10.34892/FC3W-X186

[55] Castañeda Arredondo, E. C. (2019). *Del diseño de la interfaz gráfica a la configuración de un objeto digital*. Materialidad y ontología digital. Diseña 15, 70-93. https://doi.org/10.7764/disena.15.70-93

[56] Catlin, D. (2017). *29 Effective Ways You Can Use Robots in the Classroom*. En: Alimisis, D., Moro, M., y Menegatti, E., eds. Edurobotics 2016. Advances in Intelligent Systems and Computing 560. Cham, CH: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55553-9_10

[57] Chalmers, D. J. (2003). *The Matrix as Metaphysics*. The Matrix website (Philosophy Section). Reimpreso en: Grau, C., ed. Philosophers Explore the Matrix. Oxford: Oxford University Press, 2005. http://consc.net/papers/matrix.htm

[58] Chalmers, D. J. (2017). *The Virtual and the Real*. Disputatio, 9 (46): 309–352. https://doi.org/10.1515/disp-2017-0009

[59] Chalmers, D. J. (2019). *The Virtual as the Digital*. Disputatio, 11 (55): 453–486. https://doi.org/10.2478/disp-2019-0022

[60] Chalmers, D. J. (2022). *Reality+: Virtual Worlds and the Problems of Philosophy*. New York, NY: W.W. Norton & Company.

[61] Chang, H. (2003). *Preservative Realism and Its Discontents: Revisiting Caloric*. Philosophy of Science, 70 (5), 902–912. https://doi.org/10.1086/377376

[62] Chang, H. (2012). *Is Water H2O? Evidence, Pluralism and Realism*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3932-1

[63] Chen, Y., Huang, J., Xie, C., y Fang, Y. (2009). *Storage-Based Intrusion Detection Using Artificial Immune Technique*. En: Cai, Z., Li, Z., Kang, Z., y Liu, Y., eds. Advances in Computation and Intelligence. ISICA 2009. Lecture Notes in Computer Science, 5821. Berlin & Heidelberg, DEU: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04843-2_50

[64] Chen, M. (2023). *The Philosophy of the Metaverse*. Ethics and Information Technology, 25 (3), 41: 1–13. https://doi.org/10.1007/s10676-023-09714-w

[65] Chiang, T. (2019). *Exhalation: Stories*. New York, NY: Alfred A. Knopf.

[66] Church, A. (1936). *An Unsolvable Problem of Elementary Number Theory*. American Journal of Mathematics, 58: 345–363.

[67] Church, A. (1937). *Review of Turing 1936: On Computable Numbers, with An Application to the Entscheidungsproblem*. The Journal of Symbolic Logic, 2 (1): 42–43. https://doi.org/10.1017/S002248120003958X

[68] Cimiano, P., Unger, C., y McCrae, J. (2014). *Ontology-Based Interpretation of Natural Language*. Synthesis Lectures on Human Language Technologies (SLHLT), 7 (2): 1–178. https://doi.org/10.1007/978-3-031-02154-1

[69] Clark, A., y Chalmers, D. (1998). *The Extended Mind*. Analysis, 58 (1): 7–19. https://doi.org/10.1093/analys/58.1.7

[70] Coeckelbergh, M. (2016). *Money Machines: Electronic Financial Technologies, Distancing, and Responsibility in Global Finance*. Abingdon, OX: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315596013

[71] Consultative Committee for Space Data Systems. (2012). *Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS)*. CCSDS 650.0-M-2, 1–11, https://public.ccsds.org/pubs/650x0m2.pdf

[72] Danis, S. A. (1997). *Rear Admiral Grace Murray Hopper*. En: The History of Computing. Blacksburg, VA: Virginia Tech. https://ei.cs.vt.edu/~history/Hopper.Danis.html.

[73] De Brigard, F. (2015). *What was I thinking? Dennett's Content and Consciousness and the Reality of Propositional Attitudes*. En: Muñoz-Suárez, C. M., y De Brigard, F., eds. Content and Consciousness Revisited. New York, NY: Springer, 49-71.

[74] De Caro, M. (2015). *Realism, Common Sense, and Science*. The Monist, 98 (2): 197–214. https://doi.org/10.1093/monist/onv006

[75] Deutsch, D. (1985). *Quantum Theory, the Church-Turing Principle and the Universal Quantum Computer*. Proceedings of the Royal Society of London A, 400, 97–117. https://doi.org/10.1098/rspa.1985.0070

[76] Deuze, M. (2011). *Media Life*. Media, Culture & Society, 33 (1): 137–148. https://doi.org/10.1177/0163443710386518

[77] Devine, K. (2019). *Decomposed: The Political Ecology of Music*. Cambridge, MA: MIT Press.

[78] Devitt, M. (1997). *Realism and Truth* (2da. edición). Princeton, NJ: Princeton University Press.

[79] Dijkstra, E. W. (1989). *On the Cruelty of Really Teaching Computing Science*. Communications of the ACM, 32 (12): 1398–1404. https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/76380.76381

[80] Donhauser, J. (2024). *An Inverted Qualia Argument for Direct Realism*. Topoi, 43: 211–219. https://doi.org/10.1007/s11245-024-10015-0

[81] Dreyfus, H. (1981). *From Micro-Worlds to Knowledge Representation: AI at an Impasse*. En: Haugeland, J., ed. Mind Design. Cambridge, MA: MIT Press, 161–204.

[82] Dummett, M. (1978). *Truth and Other Enigmas*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[83] Ekbia, H. R. (2009). *Digital Artifacts as Quasi-Objects: Qualification, Mediation, and Materiality*. Journal of the American Society for Information Science & Technology, 60 (12): 2554–2566. https://doi.org/10.1002/asi.21189

[84] Ellul, J. (1980). *The Technological System*. New York, NY: Continuum.

[85] Faulkner, P., y Runde, J. (2009). *On the Identity of Technological Objects and User Innovations in Function*. The Academy of Management Review, 34 (3): 442–462. https://doi.org/10.5465/amr.2009.40632318

[86] Faulkner, P., y Runde, J. (2010). *The Social, the Material and the Ontology of Non-material Technological Objects*. 27th European Group for Organizational Studies (EGOS) Colloquium (6-9th July). Gothenburg, SWE: Göteborgs Universitet [University of Gothenburg], 1–34.

[87] Faulkner, P., y Runde, J. (2012). *On Sociomateriality*. En: Leonardi P. M., Nardi B. A., y Kallinikos J., eds. Materiality and Organizing: Social Interaction in a Technological World. Oxford, UK: Oxford University Press, 49–66. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199664054.003.0003

[88] Faulkner, P., y Runde, J. (2013). *Technological Objects, Social Positions, and the Transformational Model of Social Activity*. MIS Quarterly, 37 (3): 803–818. https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.3.06

[89] Faulkner, P., y Runde, J. (2019). *Theorizing the Digital Object*. MIS Quarterly, 43 (4): 1279–1302. https://doi.org/10.25300/MISQ/2019/13136

[90] Fernandes, J. M. (2022). *Essentials of Computing Systems*. Braga, PT: UMinho Editora. https://doi.org/10.21814/uminho.ed.33

[91] Fine, A. (1984). *The Natural Ontological Attitude*. En: J. Leplin., ed. Scientific Realism: 83-107. Berkeley: University of California Press. https://doi.org/10.1525/9780520337442-005

[92] Fisher, S. S., McGreevy, M., Humphries, J., y Robinett, W. (1986). *Virtual Environment Display System*. Proceedings of the 1986 workshop on Interactive 3D graphics. New York, NY: Association for Computing Machinery, 77–87. https://doi.org/10.1145/319120.319127

[93] Floridi, L (1999). *Philosophy and Computing: An Introduction*. London, UK; New York, NY: Routledge.

[94] Floridi, L. (2009). *Against Digital Ontology*. Synthese, 168: 151–178. https://doi.org/10.1007/s11229-008-9334-6

[95] Forăscu, C. (2008). *Why Don't Romanians Have a Five O'clock Tea, Nor Halloween, But Have a Kind of Valentines Day?*. En: Gelbukh, A., ed. Computational Linguistics and Intelligent Text Processing (CICLing'08). Lecture Notes in Computer Science, 4919. Berlin & Heidelberg, DEU: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-78135-6_7

[96] Fredkin, E. (2003). *An Introduction to Digital Philosophy*. International Journal of Theoretical Physics, 42: 189–247 . https://doi.org/10.1023/A:1024443232206

[97] French, C., y Walters, L. (2018). *The Invalidity of the Argument from Illusion*. American Philosophical Quarterly 55 (4), 357–364. https://doi.org/10.2307/45128630

[98] Galloway, A. R., y Thacker, E. (2007). *The Exploit: A Theory of Networks*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.

[99] Galton, A. (2000). *Qualitative Spatial Change*. Oxford, UK: Oxford University Press.

[100] Gershenfeld, N. (1999). *When Things Start to Think*. New York, NY: Henry Holt.

[101] Gibson, W. 1982. *Burning Chrome*. Omni Magazine, 4 (10): 72-107.

[102] Gibson, W. (1984). *Neuromancer*. New York, NY: Ace Books.

[103] Gillies, J., y Cailliau, R. (2000). *How the Web Was Born: The Story of the World Wide Web*. Oxford: Oxford University Press.

[104] Gödel, K. (1931). *Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I*. Monatshefte für Mathematik und Physik, 38: 173–198.

[105] Graham, C., Gibbs, M., y Aceti, L. (2013). *Death, Afterlife and Immortality of Bodies and Data*. The Information Society 29, (3): 133–141.

[106] Green, H. (2002). *A Library as Big as the World: Brewster Kahle has the Technology to Assemble the Ultimate Archive of Human Knowledge. What's Stopping Him? Restrictive Copyright Laws.* Bloomberg Businessweek. New York, NY: Bloomberg L.P. https://web.archive.org/web/20111220074306/http://www.businessweek.com/technology/content/feb2002/tc20020228_1080.htm

[107] Green, M., y Shaw, C. (1990). *The DataPaper: Living in the Virtual World*. Proceedings on Graphics Interface '90. Canadian Information Processing Society, 123–130. https://doi.org/10.20380/GI1990.15

[108] Greene, B. (2011). *The Hidden Reality: Parallel Universes and the Deep Laws of the Cosmos*. New York, NY: Vintage.

[109] Gribetz, M. (2016). *A Glimpse of the Future through an Augmented Reality Headset*. TED Talks. http://t.ted.com/75bpSzJ

[110] Grice, H. P. (1961). *The Causal Theory of Perception*. Proceedings of the Aristotelian Society, 25 (Suppl.): 121–152.

[111] Gruber, T. R. (1995). *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. International Journal of Human-Computer Studies, 43 (5–6): 907–928. https://doi.org/10.1006/ijhc.1995.1081

[112] Gu, Z. (2020). The *Argument from Illusion and the Uniqueness Assumption*. Journal of Human Cognition, 4 (2): 41-52. https://doi.org/10.47297/wspjhcWSP2515-469903.20200402

[113] Guttenbrunner, M., y Rauber, A. (2012). *Evaluating Emulation and Migration: Birds of a Feather?*. En: Chen, H. H., y Chowdhury, G., eds. The Outreach of Digital Libraries: A Globalized Resource Network. ICADL 2012. Lecture Notes in Computer Science, 7634. Berlin, DEU: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-34752-8_22

[114] Hacking, I., ed. (1981). *Scientific Revolutions*. New York, NY: Oxford University Press.

[115] Haider, J., y Sundin, O. (2010). *Beyond the Legacy of the Enlightenment? Online Encyclopedias as Digital Heterotopias*. First Monday, 15, (1). http://firstmon-day.org/ojs/index.php/fm/article/view/2744/2428

[116] Haig, B. D. (2020). *Big Data Science: A Philosophy of Science Perspective*. En: S. E. Woo, L. Tay, y R. W. Proctor., eds. Big Data in Psychological Research. Washington, DC: American Psychological Association, 15–33. https://doi.org/10.1037/0000193-002

[117] Haig, B. D., y Evers, C. W. (2016). *Realist Inquiry in Social Science*. London, UK: SAGE Publications Ltd.

[118] Hamburger, H. (1994). *Tutorial Tools for Language Learning by Two-Medium Dialogue*. En: Holland, V. M., Kaplan, J., y Sams, M., eds. Intelligent Language Tutors: Theory Shaping Technology. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 183–199.

[119] Harman, Gilbert. (1973). *Thought*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

[120] Harman, Graham. (2002). *Tool-Being: Heidegger and the Metaphysics of Objects*. Chicago, IL: Open Court.

[121] Harman, Graham. (2011). *Realism without Materialism*. Substance, 40 (2): 52-72. https://doi.org/10.1353/sub.2011.0011

[122] Heidegger, M. (1962). *Die Frage nach der Technik*. En: Die Technik und die Kehre. Pfullingen, DEU: Verlag Günther Neske, 5–36.

[123] Heim, M. (1993). *The Metaphysics of Virtual Reality*. Oxford, UK; New York, NY: Oxford University Press.

[124] Heim, M. (1998). *Virtual Realism*. Oxford, UK; New York, NY: Oxford University Press.

[125] Helfand, J. (2001). *The Big Reveal: Theatrical Typography*. Eye Magazine, 40 (10). https://www.eyemagazine.com/ opinion/article/the-big-reveal-theatrical-typography

[126] Henfridsson, O., y Lindgren, R. (2010). *User Involvement in Developing Mobile and Temporarily Interconnected Systems*. Information Systems Journal, 20 (2): 119–135.

[127] Herbrand, J. (1932). *Sur la non-contradiction de l'Arithmétique*. Journal für die reine und angewandte Mathematik, 166: 1–8. http://eudml.org/doc/183478

[128] Hess, K. (2013). S*cience: The Process of Understanding the Natural World and Its Possibilities*. En: Working Knowledge. New York, NY: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3275-3_2

[129] Hidaka, K. (1992). *Development of GeoBlock: A Micro-World for Learning and Teaching Geometry*. En: Tomek, I., ed. Computer Assisted Learning: 4th International Conference, ICCAL '92. Lecture Notes in Computer Science, 602: 294–307. https://doi.org/10.1007/3-540-55578-1_77

[130] Higgins, S. (2008). *The DCC Curation Lifecycle Model*. The International Journal of Digital Curation 1 (3): 134–140. https://doi.org/10.2218/ijdc.v3i1.48

[131] Hintz, E. S. (2018). *The Mother of All Demos*. Lemelson Center for the Study of Invention and Innovation. Washington, DC: Smithsonian Institution. https://invention.si.edu/mother-all-demos

[132] Ho, J. (2005). *Hyperlink Obsolescence in Scholarly Online Journals*. Journal of Computer-Mediated Communication, 10 (3). https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2005.tb00263.x

[133] Hobbs, J. R., y Pan, F. (2004). *An Ontology of Time for the Semantic Web*. ACM Transactions on Asian Language Information Processing, 3 (1): 66–85. https://doi.org/10.1145/1017068.1017073

[134] Hobbs, J. R., y Pan, F. (2006). *Time Ontology in OWL*. World Wide Web Consortium (W3C), W3C Working Draft, 27. https://www.w3.org/TR/owl-time/

[135] Hron, M., Obwegeser, N., y Müller, S. D. (2021). *Innovation Drift: The Influence of Digital Artefacts on Organizing for Innovation*. Innovation: Organization and Management, 24 (1): 1–33. https://doi.org/10.1080/14479338.2021.1937185

[136] Huemer, M. (2000). *Direct Realism and the Brain-in-a-vat Argument*. Philosophy and Phenomenological Research, 61: 397–413.

[137] Hui, Y. (2012). *What is a Digital Object?*. Metaphilosophy, 43 (4): 380–395. https://doi.org/10.1111/j.1467-9973.2012.01761.x

[138] Hui, Y. (2016). *On the Existence of Digital Objects*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.

[139] Jackson, F. (1977). *Perception: A Representative Theory*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

[140] Jackson, F. (1982). *Epiphenomenal Qualia*. Philosophical Quarterly, 32 (127): 127–136. https://doi.org/10.2307/2960077

[141] Jaillant, L. (2022). *How Can We Make Born-Digital and Digitised Archives More Accessible? Identifying Obstacles and Solutions*. Archival Science, 22: 417–436. https://doi.org/10.1007/s10502-022-09390-7

[142] Jones, M. (2013). *Untangling Sociomateriality*. En: Carlile, P. R., Nicolini, D., Langley, A., y Tsoukas, H., eds. How Matter Matters: Objects, Artifacts, and Materiality in Organization Studies. Oxford, UK: Oxford University Press, 197–226. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199671533.003.0009

[143] Jordan, K. (2004). *The Click Heard Round the World* (con D. Engelbart). Wired, 12 (1). https://www.wired.com/2004/01/mouse/

[144] Kahn, R., y Wilensky, R. (1995). *A Framework for Distributed Digital Object Services*. Reston, VA: CNRI. https://www.cnri.reston.va.us/k-w.html

[145] Kallinikos, J. (2006). *The Consequences of Information: Institutional Implications of Technological Change*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

[146] Kallinikos, J., Aaltonen, A., y Marton, A. (2010). *A Theory of Digital Objects*. First Monday, 15 (6). https://doi.org/10.5210/fm.v15i6.3033

[147] Kallinikos, J., Aaltonen, A. y Marton, A. (2013). *The Ambivalent Ontology of Digital Artifacts*. MIS Quarterly, 37: 357–370. https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.02

[148] Kay, A. C., y Goldberg, A. (1977). *Personal Dynamic Media*. Computer, 10 (3): 31–41. https://doi.org/10.1109/C-M.1977.217672

[149] Khlentzos, D. (2016). *Naturalism and the Question of Realism*. En: Kelly James Clark., ed. The Blackwell Companion to Naturalism. Hoboken, NJ: Wiley. pp. 150–167. https://doi.org/10.1002/9781118657775.ch11

[150] Kinsley, S. (2013). *Beyond the Screen: Methods for Investigating Geographies of Life "Online"*. Geography Compass 7 (8): 540–555. https://doi.org/10.1111/gec3.12062

[151] Kirschenbaum, M. G. (2012). *Mechanisms: New Media and the Forensic Imagination*. Cambridge, MA: MIT Press.

[152] Kitamura, Y., Washio, N., Koji, Y., y Mizoguchi, R. (2006). *Towards Ontologies of Functionality and Semantic Annotation for Technical Knowledge Management*. New Frontiers in Artificial Intelligence. JSAI 2005. Lecture Notes in Computer Science, 4012: 17–28. https://doi.org/10.1007/11780496_3

[153] Kitcher, Philip. (1993). *The Advancement of Science*. New York, NY: Oxford University Press.

[154] Kittler, F. A. (1999). *Gramophone, Film, Typewriter* [Trad. de G. Winthrop-Young y M. Wuntz]. Stanford, CA: Stanford University Press.

[155] Kittler, F. A. (1995). *There Is No Software*. CTHEORY Archive. Victoria, BC: University of Victoria. https://journals.uvic.ca/index.php/ctheory/article/view/14655/5522

[156] Kotlarsky, J., y Oshri, I. (2023). *A Paradigm Shift in Understanding Digital Objects in IS: A Semiotic Perspective on Artificial Intelligence Technologies*. En: Advancing Information Systems Theories II,

Products and Digitalisation: 119–148. Cham, CH: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38719-7_4

[157] Kowalczyk, S. T. (2008). *Digital Preservation by Design*. En: Raisinghani, M. S., ed. Handbook of Research on Global Information Technology Management in the Digital Economy. New York, NY: IGI Publishing, 405–431. https://doi.org/10.4018/978-1-59904-875-8.ch019

[158] Kripke, S. A. (1976). *Is There a Problem about Substitutional Quantification?*. En: Evans, G., y McDowell, J., eds. Truth and Meaning. Essays in Semantics. Oxford, UK: Clarendon Press, 324–419.

[159] Kripke, S. A. (1980). *Naming and Necessity*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[160] Krueger, M. W. (1983). *Artificial Reality*. Reading, MA: Addison-Wesley.

[161] Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions* (2da. edición). Chicago, IL: University of Chicago Press.

[162] Larivière, J. (2017). *Logic of Digital Worlds*. Parrhesia, 27: 129–135. http://www.parrhesiajournal.org/parrhesia27/parrhesia27_lariviere.pdf

[163] Laudan, L. (1981). *A Confutation of Convergent Realism*. Philosophy of Science, 48 (1): 19–49. https://doi.org/10.1086/288975

[164] Leibniz, G.W. (1989). *Discourse on Metaphysics*. En: Loemker, L.E., ed. Philosophical Papers and Letters. The New Synthese Historical Library, 2. Dordrecht, NLD: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-010-1426-7_36

[165] Leplin, J. (1984). *Scientific Realism*. Berkeley, CA: University of California Press.

[166] Lewis, D. K. (1986). *On the Plurality of Worlds*. Oxford: Blackwell.

[167] Lloyd, S. (2012). *The Universe as Quantum Computer*. En: Zenil, H., ed. A Computable Universe. Singapore, SG: World Scientific Publishing, 567–581. https://doi.org/10.1142/9789814374309_0029

[168] Locke, D. (1967). *Perception and Our Knowledge of the External World*. London, UK: George Allen & Unwin.

[169] Lovink, G., y Hui, Y. (2016). *Digital Objects and Metadata Schemes*. E-flux journal, 78. https://www.e-flux.com/journal/78/82706/digital-objects-and-metadata-schemes

[170] Lowood, H. (2023). *Replayed: Essential Writings on Software Preservation and Game Histories*. Baltimore, MA: Johns Hopkins University Press.

[171] Lyman, P., y Varian, H. R. (2000). *Reprint: How Much Information?*. Journal of Electronic Publishing 6 (2). https://doi.org/10.3998/3336451.0006.204

[172] Machover, C., y Tice, S.E. (1994). *Virtual Reality*. IEEE Computer Graphics and Applications, 14 (1): 15–16. https://doi.org/10.1109/38.250913

[173] Mackinnon, S., III. (2023). *The Ontological Multiplicity of Digital Heritage Objects: 3D Modelling in the Cherish Project*. Heritage 2023, 6: 1397–1410. https://doi.org/10.3390/heritage6020076

[174] Magee, B. (2008). *The Ideas of Quine: 1978* (con W.V.O. Quine). En: Føllesdal, D., y Quine, D. B., eds. Quine in Dialogue. Cambridge, MA; London, UK: Harvard University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctv322v4xz.5

[175] Mainzer, K. (1996). *Thinking in Complexity: The Complex Dynamics of Matter, Mind and Mankind* (2da. edición). Berlin, DEU: Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-662-03305-0

[176] Majewska, Z. (2002). *The Philosophy of Roman Ingarden*. En: Tymieniecka, A. T., ed. Phenomenology World-Wide. Analecta Husserliana, 80: 184–199. Dordrecht, NLD: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0473-2_17

[177] Maldonado, T. (1994). *Lo real y lo virtual*. Barcelona, ES: Gedisa.

[178] Maloney, J. C. (2018). *What It Is Like To Perceive: Direct Realism and the Phenomenal Character of Perception*. New York, NY: New York University Press.

[179] Mandik, P. (2022). *This is Philosophy of Mind: An Introduction* (2da. edición). Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.

[180] Manovich, L. (2001). *The Language of New Media*. Cambridge, MA: MIT Press.

[181] Manovich, L. (2013). *Software Takes Command*. New York, NY: Bloomsbury Academic. https://doi.org/10.5040/9781472544988

[182] Mason, L. R. (2022). *Virtual Reality is Genuine Reality* (con D. J. Chalmers). FUTURES Podcast, 60. https://futurespodcast.net/episodes/60-davidchalmers

[183] McCullough, M. (1996). *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand*. Cambridge, MA: MIT Press.

[184] McDonnell, N., y Wildman, N. (2019). *Virtual Reality: Digital or Fictional?*. Disputatio, 11 (55): 371–397. https://doi.org/10.2478/disp-2019-0004

[185] McDowell, J. (1996). *Mind and World* (2da. edición). Cambridge, MA: Harvard University Press.

[186] McKay, E. (2008). *The Human-Dimensions of Human-Computer Interaction: Balancing the HCI equation*. Amsterdam, NLD: IOS Press.

[187] Meehan, N. (2020). *Digital Museum Objects and Memory: Postdigital Materiality, Aura and Value*. Curator: The Museum Journal, 65 (2): 417–434. https://doi.org/10.1111/cura.12361

[188] Milgram, P., y Kishino, F. (1994). *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*. IEICE Transactions on Information Systems, E77-D (12): 1321–1329.

[189] Millar, L. A. (2017). *Archives: Principles and practices* (2da. edición). London, UK: Facet Publishing.

[190] Mingers, J. (1995). *Philosophical Implications*. En: Self-Producing Systems. Contemporary Systems Thinking. Boston, MA: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1022-6_7

[191] Minsky M., y Papert, S. (1971). *Progress Report on Artificial Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press. http://hdl.handle.net/1721.1/6087

[192] Mitchell, W. J. (1995). *City of Bits: Space, Place and the Infobahn*. Cambridge, MA: MIT Press.

[193] Moore, G. E. (1939). *Proof of an External World*. Proceedings of the British Academy, 25 (5): 273–300.

[194] Musgrave, A. (1993). *Common Sense, Science and Scepticism: A Historical Introduction to the Theory of Knowledge*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

[195] Musgrave, A. (1996). *Realism, Truth and Objectivity*. En: Cohen, R. S., Hilpinen, R., y Renzong, Q., eds. Realism and Anti-Realism in the Philosophy of Science. Boston Studies in the Philosophy of Science, 169. Dordrecht, NLD: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-015-8638-2_3

[196] Nansen, B., Arnold, M., Gibbs, M. y Kohn, T. (2014). *The Restless Dead in the Digital Cemetery*. En: Moreman, C. y Lewis, D., eds. Digital Death: Mortality and Beyond in the Online Age. Santa Barbara, CA: Praeger, 111–124.

[197] NATO/OTAN. (2016). *Cyber Defence Pledge*. Warsaw, PL: NATO Summit (8-9th July). https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_133177.htm

[198] Negroponte, N. (1995). *Being Digital*. New York, NY: Alfred A. Knopf.

[199] Nielsen, M. (2004). *Interesting Problems: The Church-Turing-Deutsch Principle*. http://michaelnielsen.org/blog/?p=71

[200] Nolt, J. (2004). *An Argument for Metaphysical Realism*. Journal for General Philosophy of Science, 35 (1): 71–90. https://doi.org/10.1023/B:JGPS.0000035149.31235.79

[201] Orlikowski, W. J. (2007). *Sociomaterial Practices: Exploring Technology at Work*. Organization Studies, 28 (9): 1435–1448. https://doi.org/10.1177/0170840607081138

[202] Orlikowski, W. J. (2010). *The Sociomateriality of Organisational Life: Considering Technology in Management Research*. Cambridge Journal of Economics, 34 (1): 125–141. https://doi.org/10.1093/cje/bep058

[203] Ormrod, D., y Turnbull, B. (2021). *The Modelling and Simulation of Integrated Battlefield Cyber-Kinetic Effects*. En: Information Resources Management Association (IRMA)., ed. Research Anthology on Military and Defense Applications, Utilization, Education, and Ethics. Hershey, PA: IGI Global, 300–322. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9029-4.ch017

[204] Owens, T. (2012). *The is of the Digital Object and the is of the Artifact.* The Signal, Digital Preservation. https://blogs.loc.gov/thesignal/2012/10/the-is-of-the-digital-object-and-the-is-of-the-artifact

[205] Özdemir, V., Springer, S., Yıldırım, A., Biçer, Ş., Kendirci, A., Şardaş, S., Kılıç, H., Hekim, N., Kunej, T., Arga, K.Y., Dzobo, K., Wang, W., Geanta, M., Brand, A. y Bayram, M. (2021). *Thanatechnology and the Living Dead: New Concepts in Digital Transformation and Human-Computer Interaction*. OMICS: A Journal of Integrative Biology, 25 (7): 401–407. https://doi.org/10.1089/omi.2021.0100

[206] Paik, N. June. (1974). *Media Planning for the Postindustrial Society*. Media Art Net. http://www.medienkunstnetz.de/source-text/33/

[207] Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York, NY: Basic Books.

[208] Pea, R. D. (1985), *Integrating Human and Computer Intelligence*. New Directions for Child and Adolescent Development, 28: 75–96. https://doi.org/10.1002/cd.23219852807

[209] Petrosky, M. (1986). *LAN Uses Building's AC Wiring, Not Cables*. InfoWorld Staff, 8 (7): 1–13.

[210] Pettit, P. (2010). *Realism*. En: J. Dancy, J., E. Sosa, E., y Steup, M., eds. A Companion to Epistemology (2da. edición). Malden, MA: Wiley-Blackwell, 668–672. https://doi.org/10.1002/9781444315080

[211] Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives: Problème central du développement*. Paris, FR: PUF.

[212] Pitcher, G. (1971). *A Theory of Perception*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

[213] Platón. (1992). *La República* [Trad. de C. Eggers Lan]. Madrid, ES: Gredos.

[214] Psillos, S. (1999). *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*. London, UK: Routledge.

[215] Putnam, H. (1975). *Mathematics, Matter and Method*. Philosophical Papers, 1. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

[216] Putnam, H. (1981). *Reason, Truth and History*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511625398

[217] Putnam, H. (1982). *Why There Isn't a Ready-Made World*. Synthese, 51 (2): 141–167. https://doi.org/10.1007/BF00413825

[218] Raymond, E. S., y Landley, R. W. (2004). *The Art of Unix Usability*. Pearson Education. http://www.catb.org/~esr/writings/taouu/html/ch02s05.html

[219] Recker, J., Lukyanenko, R., Jabbari, M., Samuel, B. M., y Castellanos, A. (2021). *From Representation to Mediation: A New Agenda for Conceptual Modeling Research in A Digital World*. MIS Quarterly, 45 (1): 269–300. https://doi.org/10.25300/MISQ/2021/16027

[220] Reimer, J. (2005). *A History of the GUI*. Ars Technica. http://arstechnica.com/features/2005/05/gui/3/

[221] Rheingold, H. (1991). *Virtual Reality*. New York, NY: Touchstone.

[222] Rheingold, H. (2000). *The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier* (ed. rev.). Cambridge, MA: MIT Press.

[223] Robinson, H. (1994). *Perception*. London, UK: Routledge.

[224] Rodgers, S. (2022). *Visualizing Locality Now: Objects, Practices and Environments of Social Media Imagery Around Urban Change*. En: Rose, G., ed. Seeing the City Digitally: Processing Urban Space and Time. Amsterdam, NLD: Amsterdam University Press, 207–232. https://doi.org/10.1515/9789048551927-010

[225] Rosen, J. J. (2014). *The Internet you can't Google*. Nashville, TN: The Tennessean.

[226] Rosenblatt, B. (1997). *The Digital Object Identifier: Solving the Dilemma of Copyright Protection Online*. Journal of Electronic Publishing, 3 (2). https://doi.org/10.3998/3336451.0003.204

[227] Rossiter, N., y Zehle, S. (2017). *The Experience of Digital Objects. Toward a Speculative Entropology*. Spheres: Journal for Digital Cultures, 3: 1–12. https://doi.org/10.25969/mediarep/3849

[228] Rothenberg, J. (1999). *Avoiding Technological Quicksand: Finding a Viable Technical Foundation for Digital Preservation*. Council on Library and Information Resources (CLIR). https://www.clir.org/pubs/reports/rothenberg/

[229] Rozenberg, S. (2021). *Digital Records as Relational Objects : Yuk Hui's Concept of Digital Objects Applied to Archival Science*. Archival Science, 21 (2): 193–218. https://doi.org/10.1007/s10502-021-09357-0

[230] Russell, B. (1912). *The Problems of Philosophy*. New York, NY: Barnes & Noble.

[231] Russell, B. (1950). *Logical Positivism*. Revue Internationale de Philosophie, 4 (11): 3–19. http://www.jstor.org/stable/23932366

[232] Russell, B. (1958). *The ABC of Relativity* (ed. rev.). London, UK: George Allen & Unwin.

[233] Saki, A. A., Alam, M., Li, J., y Ghosh, S. (2023). *Error-Tolerant Mapping for Quantum Computing*. En: Aly, M.M.S., y Chattopadhyay, A., eds. Emerging Computing: From Devices to Systems. Computer Architecture and Design Methodologies. Singapore, SG: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7487-7_12

[234] Sangeetha, K. A. (2024). *Historical Perspective in Support of Direct Realism*. Topoi, 43: 115–125. https://doi.org/10.1007/s11245-023-09991-6

[235] Sankey, H. (2008). *Scientific Realism and the Rationality of Science* (1ra. edición). London, UK: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315607849

[236] Schäfer, M. T. (2008). *Bastard Culture! User Participation and the Extension of the Cultural Industries*. Utrecht, NLD: Utrecht University.

[237] Schilling, M. A. (2002). *Modularity in Multiple Disciplines*. En: Garud, R., Langlois, R., y Kumaraswamy, A., eds. Managing in the Modular Age: Architectures, Networks and Organizations. Oxford, UK: Blackwell, 203–214.

[238] Schrödinger, E. (1928). *Der erkenntnistheoretische Wert physikalischer Modellvorstellungen* [Conceptual Models in Physics and their Philosophical Value]. Jahresberichte des Physikalischen Vereins zu Frankfurt, 1928/1929, 44–51. [Trad. obtenida del inglés: Schrödinger, E. (1957). *Science, Theory and Man*. London, UK: George Allen & Unwin].

[239] Schummer, J. (2015). *The Methodological Pluralism of Chemistry and Its Philosophical Implications*. En: Scerri, E., y McIntyre, L., eds. Philosophy of Chemistry. Boston Studies in the Philosophy and History of Science, 306. Dordrecht, NLD: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9364-3_5

[240] Searle, J. R. (1980). *Minds, Brains, and Programs*. Behavioral and Brain Sciences, 3 (3): 417–424. https://doi.org/10.1017/S0140525X00005756

[241] Searle, J. R. (1995). *The Construction of Social Reality*. New York, NY: Free Press.

[242] Serres, M. (1995). *Conversations on Science, Culture and Time* (con B. Latour). Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.

[243] Sewell, K. (2023). *Forever Finite: The Case Against Infinity*. Alexandria, VA: Rond Books.

[244] Sheppard, E., Couclelis, H., Graham, S., Harrington, J. W., y Onsrud, H. (1999). *Geographies of the Information Society*. International Journal of Geographical Information Science, 13 (8): 797–823. https://doi.org/10.1080/136588199241021

[245] Silva, R., y Brandão, D. (2021). *Narrative Objects in Virtual Reality*. En: Martins, N., Brandão, D., y Raposo, D., eds. Perspectives on Design and Digital Communication. Springer Series in Design and Innovation, 8. Cham, CH: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49647-0_8

[246] Simondon, G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris, FR: Aubier.

[247] Sipser, M. (2013). *Introduction to the Theory of Computation* (3ra. edición). Boston, MA: Cengage Learning.

[248] Skarbez, R., Smith, M., y Whitton, M. C. (2021). *Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum*. Frontiers in Virtual Reality, 2. https://doi.org/10.3389/frvir.2021.647997

[249] Skowron, B. (2020). *Virtual Objects: Becoming Real*. Horizon: Studies in Phenomenology, 9 (2): 619–639. https://doi.org/10.21638/2226-5260-2020-9-2-619-639

[250] Skowron, B., y Stacewicz, P (2023). *Between Fiction, Reality, and Ideality: Virtual Objects as Computationally Grounded Intentional Objects*. Philosophy & Technology, 36 (34): 1–29. https://doi.org/10.1007/s13347-023-00633-8

[251] Snowdon, P. F. (1992). *How to Interpret Direct Perception*. En: Crane. T., ed. The Contents of Experience: Essays on Perception. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 48–78. https://doi.org/10.1017/CBO9780511554582.004

[252] Smart, J. J. C. (1963). *Philosophy and Scientific Realism*. UK, London: Routledge & Kegan Paul.

[253] Sofka, C. J., Cupit, I. N., y Gilbert, K. R. (2012). *Dying, Death, and Grief in an Online Universe: For Counselors and Educators*. New York, NY: Springer.

[254] Solomon, C., Harvey, B., Kahn, K., Lieberman, H., Miller, M.L., Minsky, M., Papert, A., y Silverman, B. (2020). *History of Logo*. Proceedings of the ACM on Programming Languages, 4 (HOPL), 79: 1–66. https://doi.org/10.1145/3386329

[255] Stacewicz, P. (2020). *Analogicity in Computer Science*. Methodological Analysis. Studies in Logic, Grammar and Rhetoric, 63 (1): 69–86. https://doi.org/10.2478/slgr-2020-0028

[256] Stamatescu, I-O. (2022). *Explanation, the Progress of Physical Theories and Computer Simulations*. En: Kiefer, C., ed. From Quantum to Classical. Fundamental Theories of Physics, 204. Cham, CH: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88781-0_12

[257] Submarine Telecoms Forum (2023). *Submarine Telecoms Industry Report 12*. Sterling, VA: SubTel Forum. https://subtelforum.com/submarine-telecoms-industry-report-12th-issue-now-available/

[258] Sutherland, I. E. (1965). *The Ultimate Display*. Proceedings of the IFIP Congress, 65 (2): 506–508.

[259] Sutherland, I. E. (1968). *A Head-Mounted Three Dimensional Display*. Proceedings of the December 9–11, 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I: 757–764. New York, NY: ACM Press. https://doi.org/10.1145/1476589.14766

[260] Tandel, P. H., y Nasrıwala, J. V. (2022). *Post-Quantum Cryptography: A Solution to Quantum Computing on Security Approaches*. En: Ranganathan, G., Bestak, R., Palanisamy, R., y Rocha, Á., eds. Pervasive Computing and social networking. Lecture notes in networks and systems, 317: 605–617. Singapore, SG: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5640-8_46

[261] Target, S. (2018). *Whatever Happened to the Semantic Web?*. Two-Bit History. https://twobithistory.org/2018/05/27/semantic-web.html

[262] Teszelszky, K. (2019). *The Historic Context of Web Archiving and the Web Archive*. En: Brügger, N., y Laursen, D., eds. The Historical Web and Digital Humanities. London, UK: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315231662

[263] Tetlow, P. (2016). *Understanding Information and Computation: From Einstein to Web Science*. London, UK: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315549170

[264] Thibodeau, K. (2002). *Overview of Technological Approaches to Digital Preservation and Challenges in Coming Years*. The State of Digital Preservation: An International Perspective. Council on Library and Information Resources (CLIR), 4–31. http://www.clir.org/pubs/reports/pub107/thibodeau.html

[265] Thomas, R. (2015). *It From Bit?*. +Plus Maths Magazine, Millennium Mathematics Project. Cambridge, UK: Cambridge University Press. https://plus.maths.org/content/it-bit

[266] Thompson, P. W. (1985). *A Piagetian Approach to Transformation Geometry via Microworlds*. The Mathematics Teacher, 78 (6): 465–471. https://doi.org/10.5951/MT.78.6.0465

[267] Titus, L. M. (2024). *Does ChatGPT Have Semantic Understanding? A Problem with the Statistics-of-Occurrence Strategy*. Cognitive Systems Research, 83. https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2023.101174

[268] Toyoda, M., y Kitsuregawa, M. (2012). *The History of Web Archiving*. Proceedings of the IEEE, 100: 1441-1443. https://doi.org/10.1109/JPROC.2012.2189920

[269] Turing, A. M. (1936). *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*. Proceedings of the London Mathematical Society, 2 (42): 230–265. https://doi.org/10.1112/plms/s2-42.1.230

[270] Turing, A. M. (1950). *Computing Machinery and Intelligence*. Mind, 59: 433–460. https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433

[271] Van Essen, Y. E. (2023). *Museums and Archives in the Age of Artificial Intelligence and Post-representation*. En: Tam, Kk., ed. Sight as Site in the Digital Age. Digital Culture and Humanities, 5. Singapore, SG: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9209-4_5

[272] Van Fraassen, B. C. (1980). *The Scientific Image*. Oxford, UK: Oxford University Press.

[273] Von Baeyer, H. C. (2000). *Taming the Atom: The Emergence of the Visible Microworld*. New York, NY: Dover Publications.

[274] Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge. MA: Harvard University Press.

[275] Walton, K. L. (1990). *Mimesis as Make-Believe: On the Foundations of the Representational Arts*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[276] Wang, C. P., Koved, L., y Dukach, S. (1990). *Design for Interactive Performance in A Virtual Laboratory*. Proceedings of the 1990 Symposium on Interactive 3D Graphics. New York, NY: Association for Computing Machinery, 39–40. https://doi.org/10.1145/91385.91413

[277] Waters, D., y Garrett, J. (1996). *Preserving Digital Information. Report of the Task Force on Archiving of Digital Information*. The Commission on Preservation and Access and the Research Libraries Group. Council on Library and Information Resources (CLIR). https://www.clir.org/pubs/reports/pub63/

[278] Weinberger, D. (2007). *Everything Is Miscellaneous: The Power of the New Digital Disorder*. New York, NY: Times Books.

[279] Wiener, N. (1950). *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

[280] Winograd, T. (1972). *Understanding Natural Language*. Cognitive Psychology, 3 (1): 1–191. https://doi.org/10.1016/0010-0285(72)90002-3

[281] Wright , C. (1986). *Realism , Meaning , and Truth*. Oxford, UK: Blackwell.

[282] Wood, A. W. (2012). *Physiology, Biophysics, and Biomedical Engineering*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group. https://doi.org/10.1201/b11558

[283] Yeo, G. (2012). *Bringing Things Together: Aggregate Records in a Digital Age*. Archivaria, 74: 43–91. https://archivaria.ca/index.php/archivaria/article/view/13407

[284] Yoder, S., y Moursund, D. (1996). *Introduction to MicroWorlds: A Logo-based Hypermedia Environment*. Eugene, OR: International Society for Technology in Education (ISTE).

[285] Yoo, Y. (2010). *Computing in Everyday Life: A Call for Research on Experiential Computing*. MIS Quarterly, 34 (2): 213–231. https://doi.org/10.2307/20721425

[286] Yoo, Y., Henfridsson, O., y Lyytinen, K. (2010). *The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research*. Information Systems Research, 21 (4): 724–735. https://doi.org/10.1287/isre.1100.0322

[287] Yoo, Y., Boland, R. J., Lyytinen K., y Majchrzak, A. (2012). *Organizing for Innovation in the Digitized World*. Organization Science, 23 (5): 1398–1408. https://doi.org/10.1287/orsc.1120.0771

[288] Zadeh, L. (1979). *Fuzzy Sets and Information Granularity*. En: Gupta, N., Ragade, R. y Yager, R., eds. Advances in Fuzzy Set Theory and Applications. Amsterdam, NLD: North-Holland Publishing Co., 3–18.

[289] Zeller, C. (2022). *Introduction: Collecting in the Digital Age*. En: Endres, J., y Zeller, C., eds. Collecting in the Twenty-First Century: From Museums to the Web. Boydell & Brewer, 1–37. https://doi.org/10.1017/9781800103382.001

[290] Zhai, P. (1998). *Get Real: A Philosophical Adventure in Virtual Reality*. Lanham, MD: Roman & Littlefield.

[291] Zhuge, H. (2012). *The Knowledge Grid: Toward Cyber-Physical Society* (2da. edición). Singapore, SG: World Scientific Publishing. https://doi.org/10.1142/7567

[292] Zhuge, H. (2020). *Cyber-Physical-Social Intelligence*. Singapore, SG: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7311-4_1

[293] Ziman, J. M. (1984). *An Introduction to Science Studies: The Philosophical and Social Aspects of Science and Technology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511608360

[294] Ziman, J. M. (2000). *Real Science; What Is It, and What It Means*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511541391

[295] Zittrain, J. (2008). *The Future of the Internet and How to Stop It*. New Haven, CT: Yale University Press.

[296] Zorich, D. M. (1999). *Introduction to Managing Digital Assets: Options for Cultural and Educational Organizations.* Los Angeles, CA: Getty Publications.